N° CNRS : A.O. 11 453
Année 1975

UNIVERSITE DE DROIT, D'ECONOMIE ET DES SCIENCES
D'AIX-MARSEILLE

THESE

présentée à la

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
de Saint-Jérôme

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par

A. CAR

LA COMMANDE CORTICALE DE LA DEGLUTITION

Illustration du mémoire

Soutenue le 4 Juillet 1975 devant la Commission d'Examen

MM. M. DUSSARDIER — *Président*

P. BUSER
P. DELL
J. MASSION
C. ROMAN

Examinateurs

N° CNRS : A.O. 11 453
Année 1975

UNIVERSITE DE DROIT, D'ECONOMIE ET DES SCIENCES
D'AIX-MARSEILLE

THESE

présentée à la

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
de Saint-Jérôme

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par

A. CAR

LA COMMANDE CORTICALE DE LA DEGLUTITION

Illustration du mémoire

Soutenue le 4 Juillet 1975 devant la Commission d'Examen

MM. M. DUSSARDIER — *Président*

P. BUSER
P. DELL
J. MASSION
C. ROMAN

Examinateurs

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

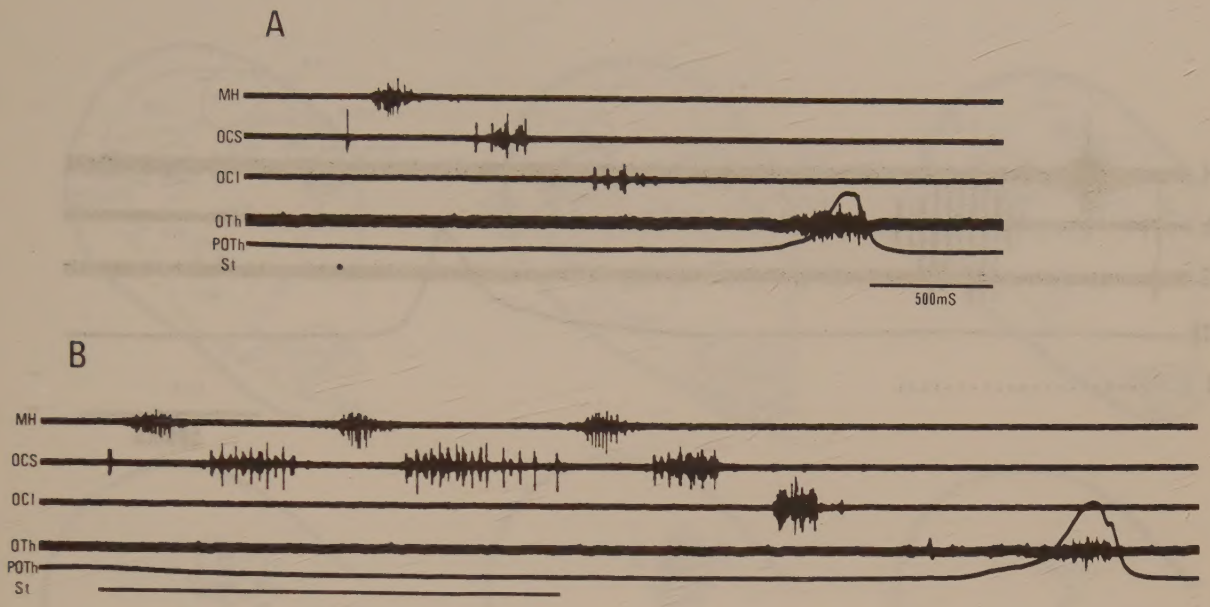


Fig. 1 - Déglutitions produites par stimulation du nerf laryngé supérieur.

- En A, la stimulation par choc unique (2 V ; 0,1 ms) déclenche une déglutition *complète :* le stade bucco-pharyngé dont le début est signalé par la décharge du muscle mylohyoïdien est suivi du stade oesophagien (péristaltisme primaire).

- En B, la stimulation à 30 c/s provoque des déglutitions *rythmiques*. Noter que seule la dernière déglutition développe un péristaltisme oesophagien qui progresse jusqu'à l'extrémité inférieure du conduit.

- MH = activité EMG du muscle mylohyoïdien ; OCS = EMG de l'oesophage cervical supérieur ; OCI = EMG de l'oesophage cervical inférieur ; OTh = EMG de l'oesophage thoracique ; POTh = variation de la pression endoluminale au niveau de l'oesophage thoracique ; St = stimulation.

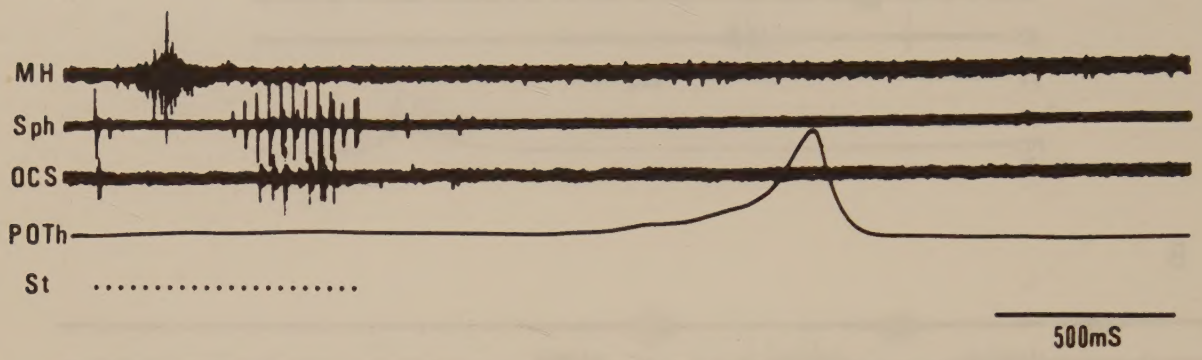


Fig. 2 - Réponses réflexes produites par stimulation du nerf laryngé supérieur (2 V ; 0,1 ms ; 30 c/s).

Noter la présence de réponses EMG coup pour coup sur le muscle cricopharyngien (sphincter oesophagien supérieur) et l'oesophage cervical supérieur, sauf pendant le stade bucco-pharyngé de la déglutition (EMG du muscle mylohyoïdien).

Sph = sphincter oesophagien supérieur. Les autres symboles ont la même signification que sur la figure 1.

Fig. 3 - Régions du bulbe rachidien dont la stimulation produit des déglutitions.

Chaque colonne verticale représente un plan transverse du bulbe. Le numéro indique la situation antérieure de chaque plan par rapport au plan O qui contient l'obex. Pour les abréviations sur les structures voir la légende de la figure 28.

Les points déglutiteurs sont représentés par des triangles clairs et sombres (voir CAR et ROMAN, 1970).

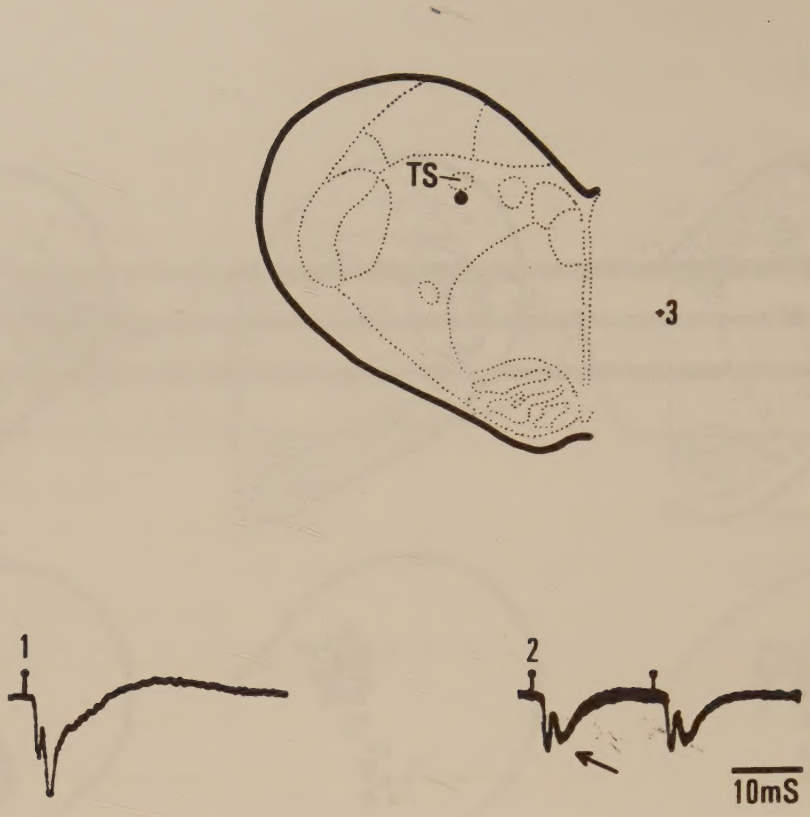


Fig. 4 - Potentiels évoqués dans la région du noyau du faisceau solitaire par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral.

Le point de réception est marqué sur la carte par un cercle noir (TS = tractus solitarius ; +3 = plan frontal situé 3 mm en avant de l'obex).

1 : Stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral par choc unique (0,2 V ; 0,1 ms).

2 : Stimulation à 100 c/s : on notera la diminution d'amplitude de la deuxième composante du potentiel évoqué (flèche).

Sur les tracés, une déflexion vers le bas traduit une positivation de la pointe de l'électrode réceptrice (valable également pour toutes les autres figures de ce mémoire représentant des potentiels évoqués).

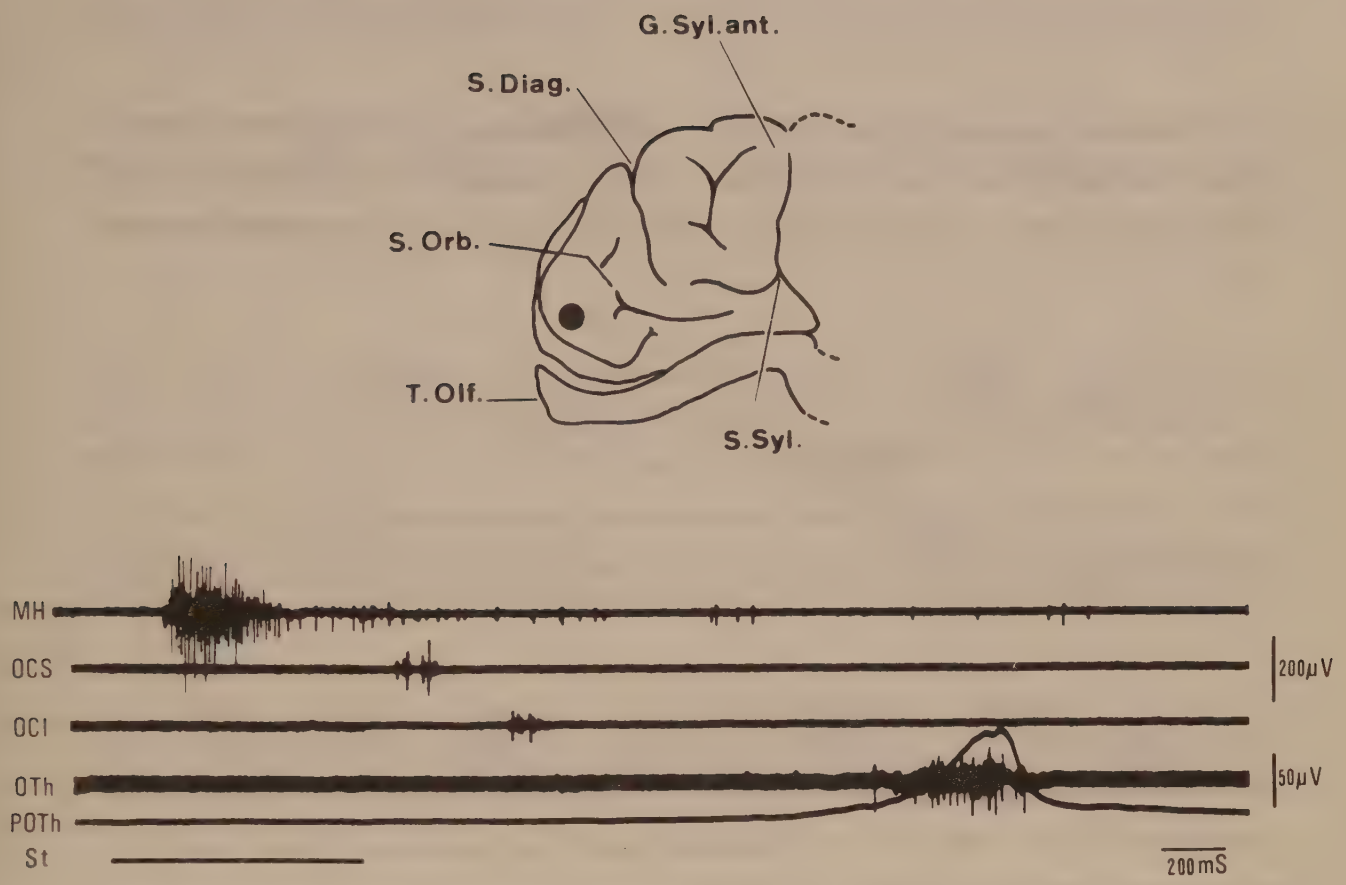


Fig. 5 - Déglutition produite par stimulation du cortex frontal (salve de chocs de 10 V ; 0,5 ms ; 90 c/s).

- Le schéma représente une vue latérale de la partie antérieure de l'encéphale de Mouton. La zone déglutitrice est représentée par un cercle noir (G. Sylv. ant. = gyrus sylvien antérieur ; S. Diag. = scissure diagonale ; S. Orb. = scissure orbitaire; S. Syl. = scissure sylvienne ; T. Olf. = tractus olfactif).

Tracé : Noter la présence d'une déglutition complète (stade bucco-pharyngé suivi du stade oesophagien).

- MH, OCS, OCI, OTh, POTh, St = même signification que sur la figure 1.

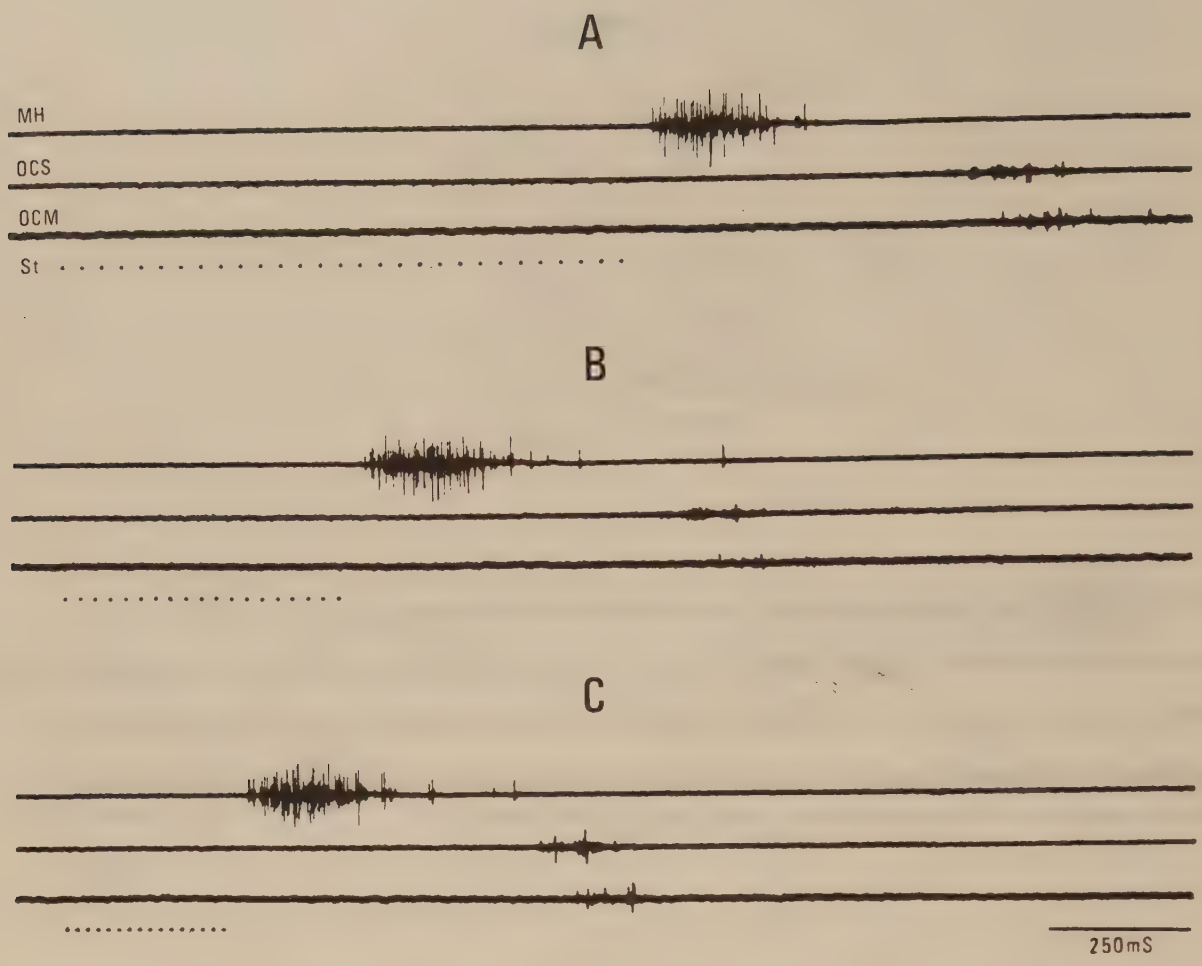


Fig. 6 - Stimulation corticale avec des salves de fréquences différentes (30 c/s en A ; 40 c/s en B ; 50 c/s en C).

Noter que le nombre de chocs nécessaires pour déclencher la déglutition est d'autant plus faible que la fréquence est plus élevée.

- OCM : activité EMG de l'oesophage cervical moyen ; MH, OCS, St : même signification que sur les figures précédentes.

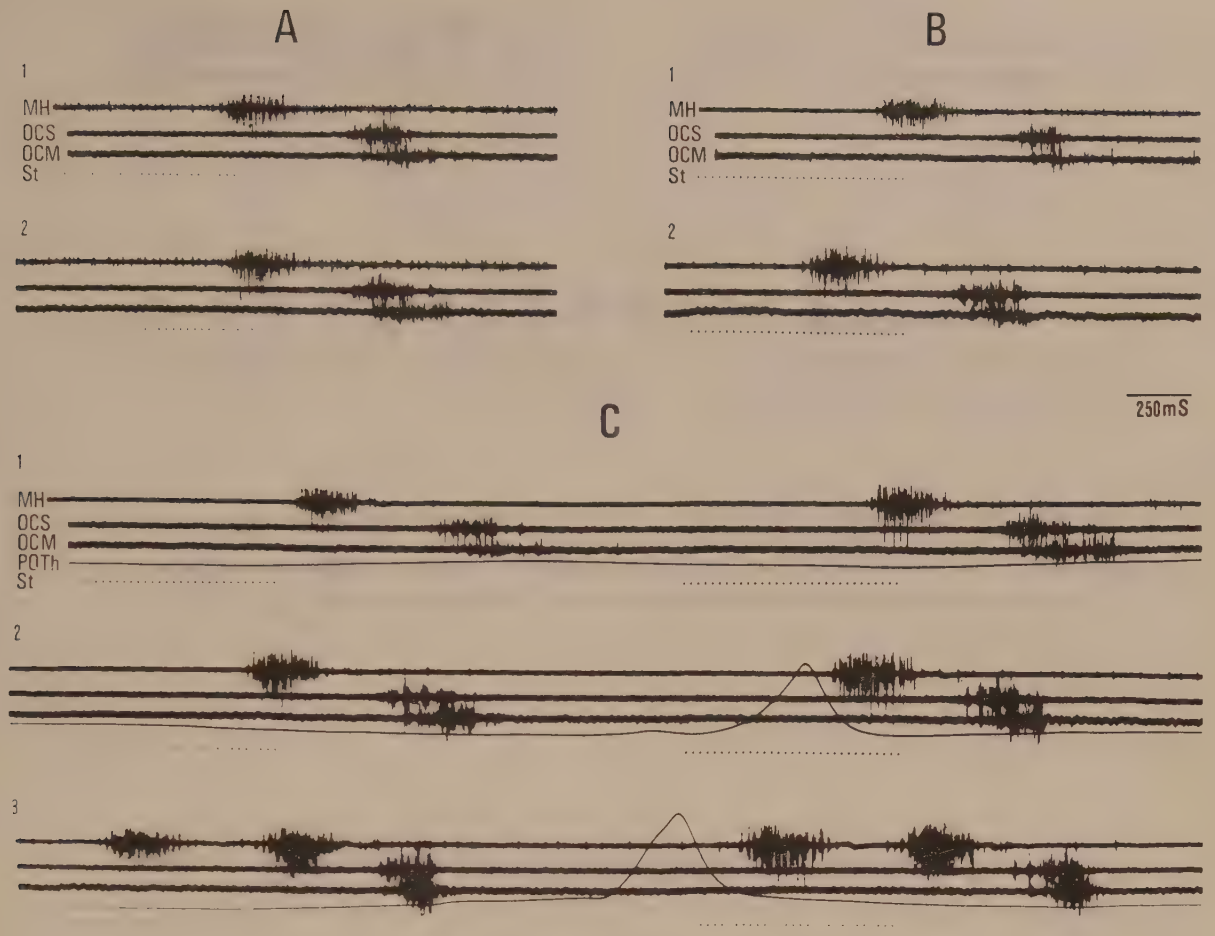


Fig. 7 - Influence du temps de repos entre les salves sur la latence de la déglutition.

Stimulation corticale : salve de chocs de 5 V ; 0,5 ms ; 40 c/s.

A - Délai inter-salves : 5 s environ. Les tracés 1 et 2 représentent respectivement les déglutitions obtenues par la première et la cinquième salve de la série.

B - Mêmes conditions que précédemment, mais le délai inter-salves est de 2,5 s.

C - Délai inter-salves : 1,5 s environ. Les tracés 1, 2 et 3 correspondent respectivement aux première et deuxième, troisième et quatrième, huitième et neuvième salves de la série.

On notera en B et surtout en C que les déglutitions se produisent avec une latence plus faible et sont suivies d'un péristaltisme oesophagien plus puissant, au fur et à mesure de la répétition des salves.

- MH ; OCS ; OCM, POTh ; St : même signification que sur les figures précédentes.

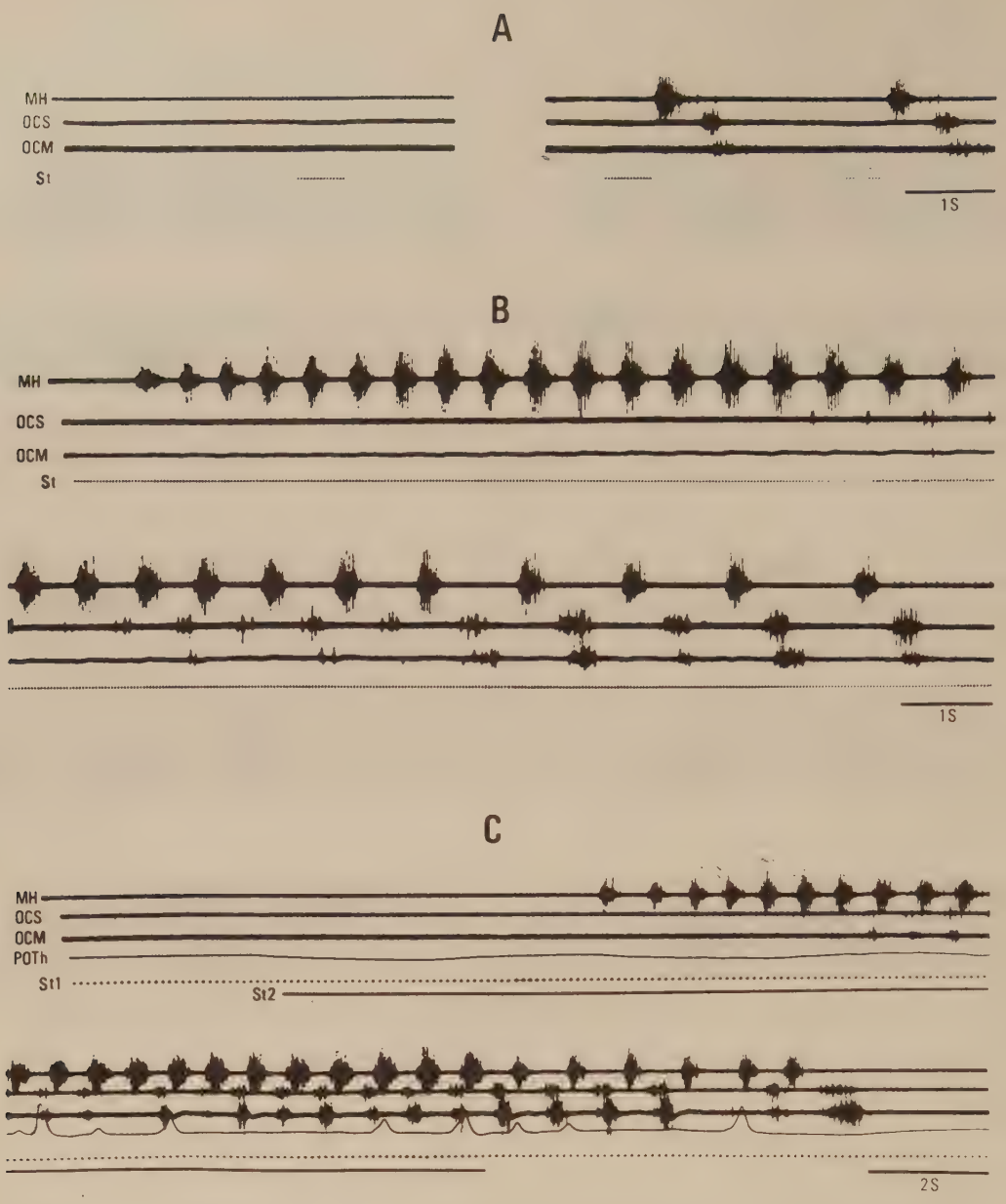


Fig. 8 : A - Facilitation des déglutitions à point de départ cortical par une tétanisation préalable à haute fréquence de la zone active.

La stimulation corticale test (salve de chocs de 9 V ; 0,5 ms ; 30 c/s), qui est sans effet dans les conditions normales (1), produit une réponse après une courte tétanisation du lobe frontal à 500 c/s pendant 1,5 s (2).

B - Déglutitions rythmiques produites par une stimulation corticale de longue durée à 30 c/s.

Les tracés se font suite sans recouvrement. On notera que le péristaltisme oesophagien n'apparaît que lorsque le rythme des réponses se ralentit.

C - Stimulation combinée des deux lobes frontaux.

Les tracés se font suite sans recouvrement. St1 = Stimulation du cortex gauche avec une salve inefficace de longue durée à 10 c/s ; St2 = Tétanisation sous-liminaire du cortex droit à 10 c/s. On note pendant St2 la présence de déglutitions rythmiques qui apparaissent avec une grande latence et qui persistent quelque temps après la fin de la stimulation.

Les symboles ont la même signification que sur les figures précédentes.

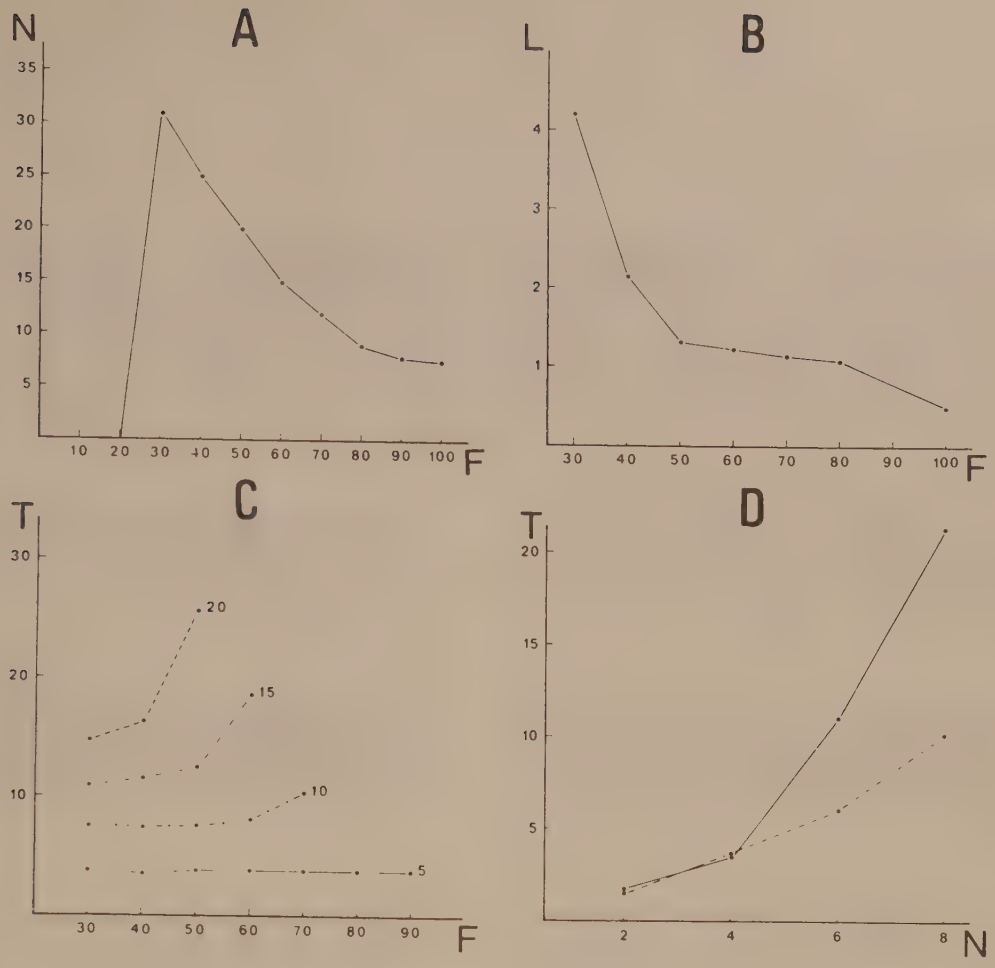


Fig. 9 : Stimulation corticale de longue durée (30 s).

Temps de repos entre les salves : 3 mn.

A - Influence de la fréquence de stimulation en chocs par seconde (F) sur le nombre des déglutitions (N) produites par la salve.

B - Evolution de la latence en seconde (L) de la première déglutition de la série en fonction de la fréquence des chocs de stimulation (F).

C - Influence de la fréquence de stimulation (F), portée *en abscisse*, sur le rythme des déglutitions exprimé en comptant les temps d'accomplissement (T) en seconde de 5, 10, 15 et 20 déglutitions (valeurs *en ordonnée)*.

D - Effet de la section bilatérale des nerfs glossopharyngien et laryngé supérieur sur le rythme des déglutitions. *En abscisse :* nombre N de déglutitions ; *en ordonnée :* temps T en seconde mis pour les accomplir (valeur moyenne correspondant à 3 essais). Courbe en pointillés = avant la section, courbe en trait plein = après la section.

Tous ces résultats ont été obtenus chez le même animal.

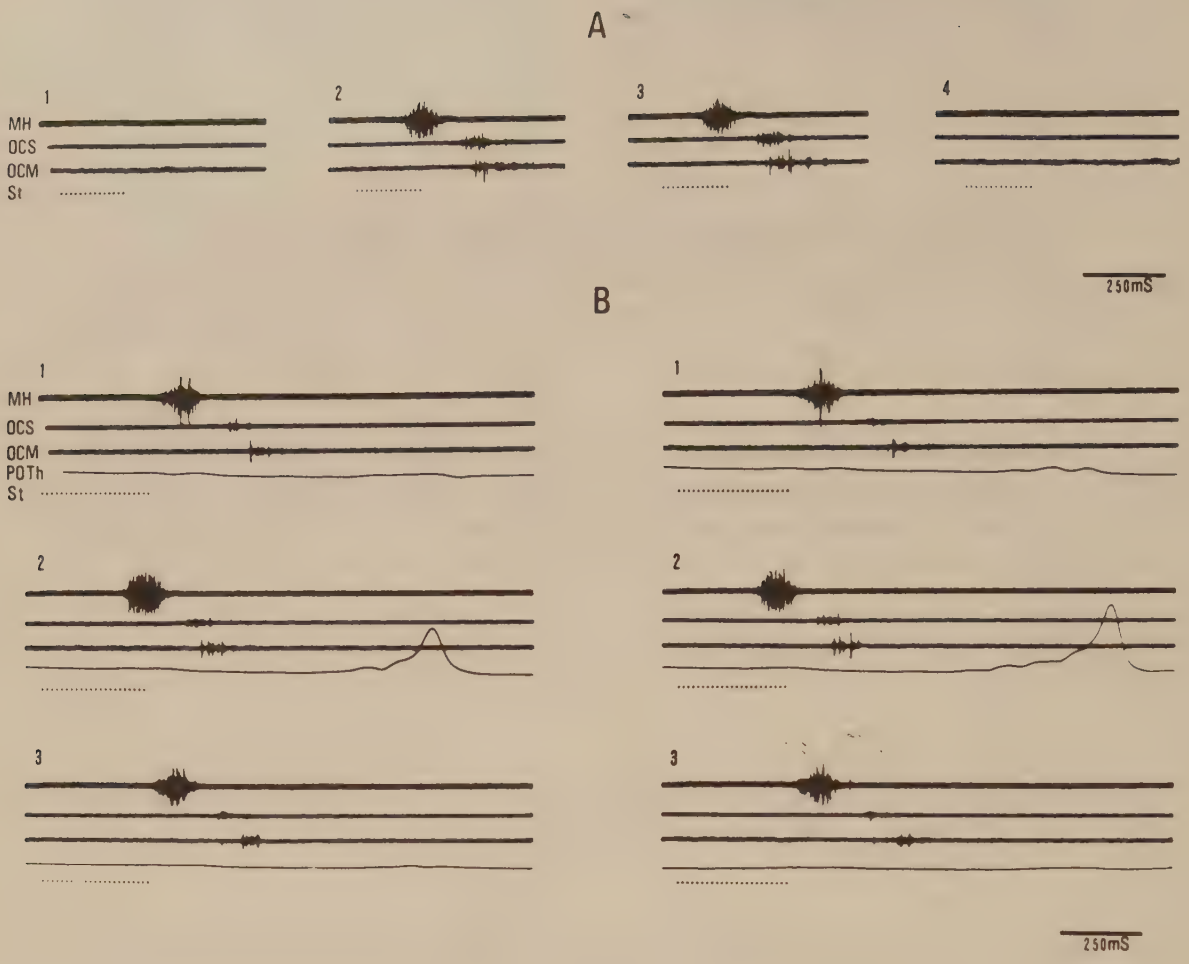


Fig. 10 - Facilitation de la déglutition corticale par une tétanisation sous-liminaire du nerf laryngé supérieur homolatéral à 5 c/s.

A - Salve corticale sous-liminaire (8 V ; 0,5 ms ; 40 c/s). Enregistrements obtenus : 1 = avant la tétanisation du nerf ; 2 et 3 = pendant la tétanisation ; 4 = après la fin de la tétanisation.

B - Salve corticale liminaire. Réponses recueillies : 1 et 2 = avant la tétanisation du laryngé supérieur ; 3 et 4 = pendant la tétanisation ; 5 et 6 après la fin de la tétanisation.

On remarquera en 3 et 4 la diminution de latence de la déglutition et l'apparition d'une réponse péristaltique au niveau de l'oesophage thoracique (onde de pression).

Les symboles ont la même signification que sur les figures précédentes.

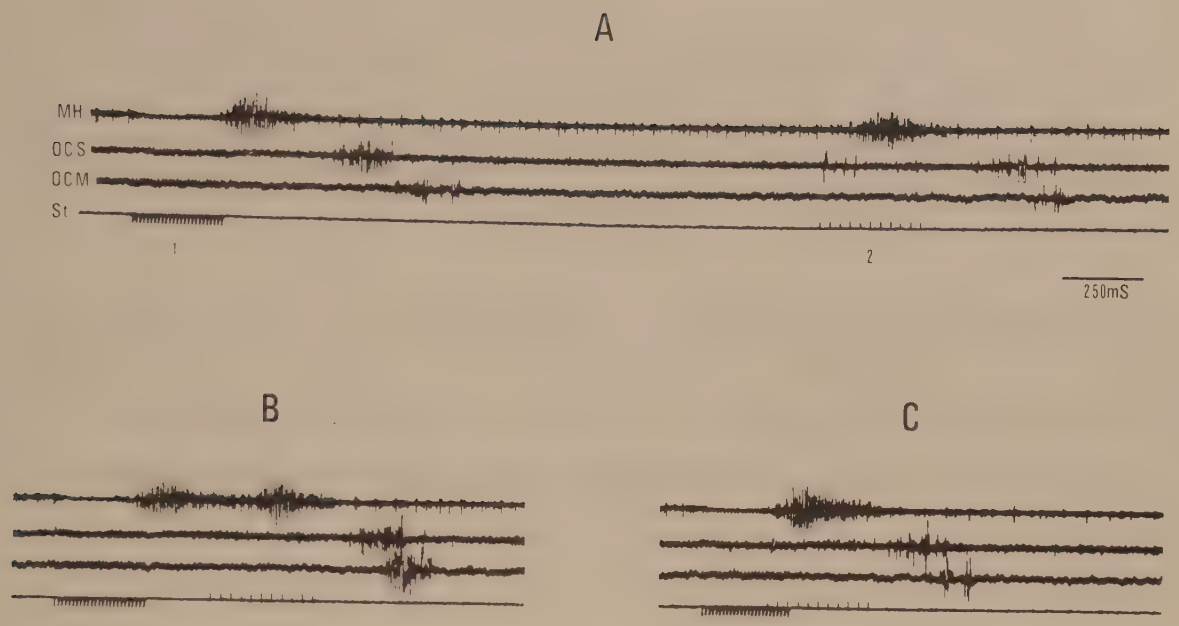


Fig. 11 - Interaction entre déglutition corticale et déglutition réflexe.

A - Délai inter-salves long. St : 1 = stimulation du cortex frontal (10 V ; 0,5 ms ; 90 c/s) ; 2 = stimulation du nerf laryngé supérieur (1 V ; 0,5 ms ; 40 c/s).

B et C - Délais inter-salves plus courts. On observe successivement la disparition du temps oesophagien de la déglutition corticale (B) et la disparition complète d'une déglutition en C.

Les symboles ont la même signification que sur les figures précédentes.

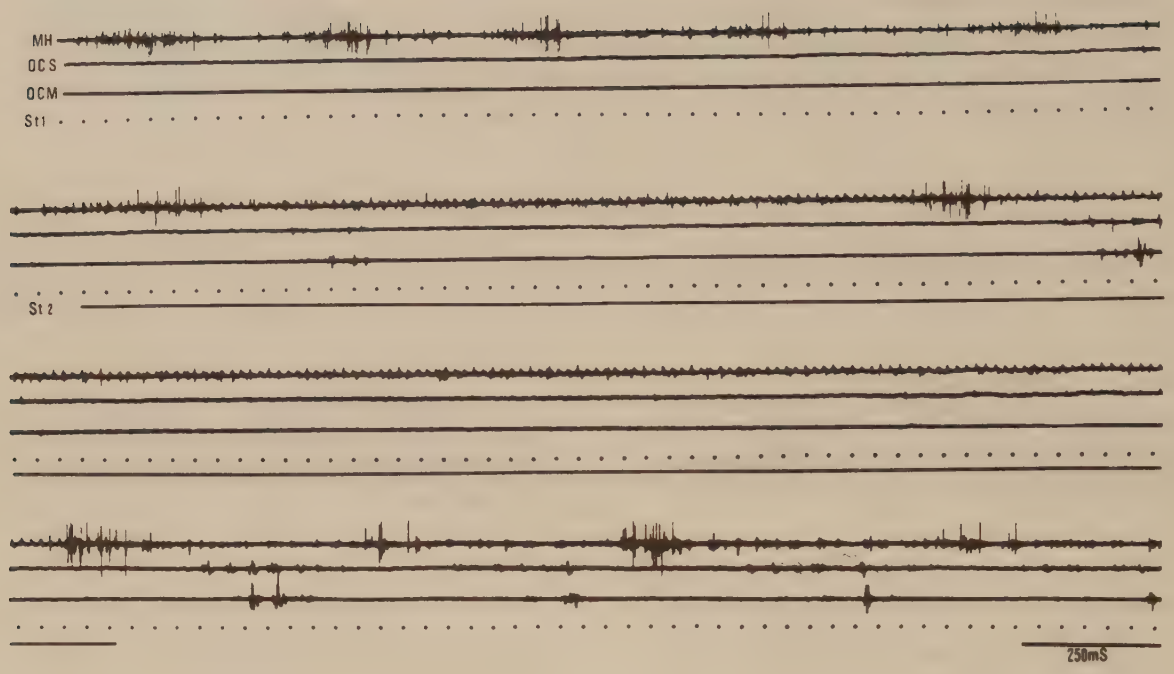


Fig. 12 - Effet de la stimulation du cortex masticateur sur les déglutitions réflexes.

Déglutitions rythmiques produites par une stimulation (St1) du nerf laryngé supérieur à 25 c/s. Tous les tracés se font suite sans recouvrement.

On constate un ralentissement important du rythme des réponses pendant la tétanisation du cortex masticateur à 60 c/s (St2).

Les symboles ont la même signification que sur les figures précédentes.

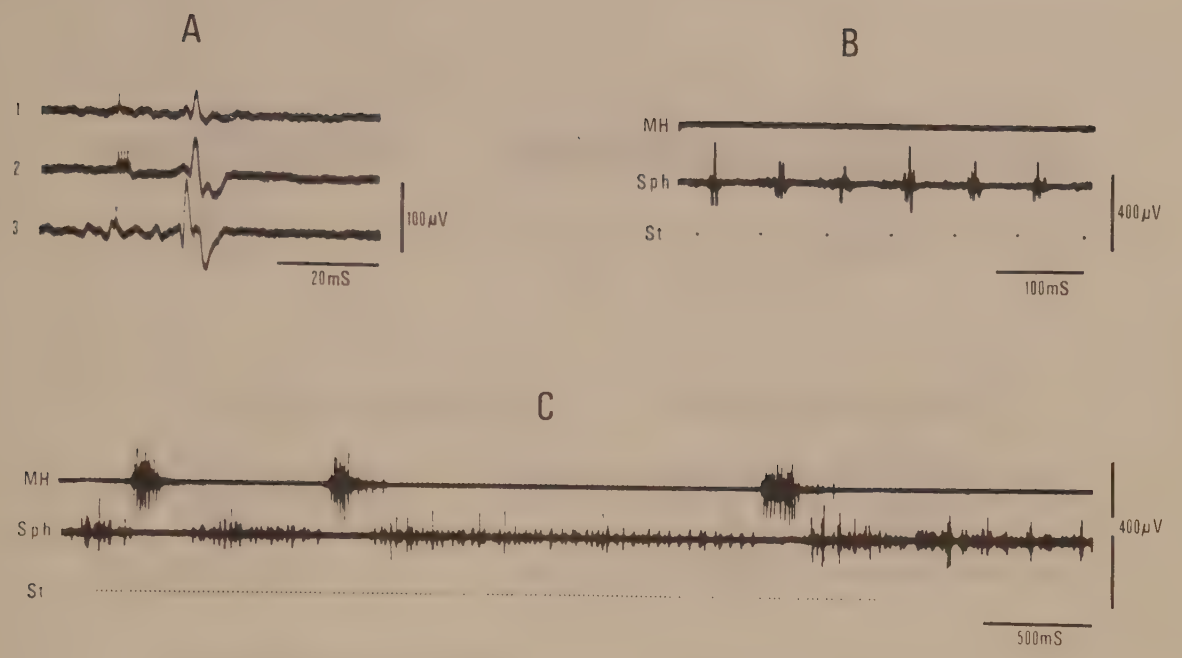


Fig. 13 - Réponses EMG du sphincter oesophagien supérieur (muscle cricopharyngien) produites par stimulation du cortex frontal (15 V ; 0,2 ms).

A - Facilitation de la réponse. 1 : activité sphinctérienne témoin. 2 : facilitation lors d'une stimulation avec quatre chocs espacés d'une milliseconde. 3 : potentiation de la réponse après une tétanisation corticale à haute fréquence. A noter que la facilitation est plus importante en 3 qu'en 2.

B - Stimulation du cortex fronto-orbitaire à fréquence basse (15 c/s).

C - Stimulation corticale à fréquence élevée. On remarque les déglutitions signalées par la décharge du muscle mylohyoïdien (MH) et, au niveau du sphincter oesophagien supérieur (Sph), la présence d'une activité continue inhibée pendant les stades bucco-pharyngés des déglutitions. Cette activité persiste quelque temps après la fin de la salve de stimulation.

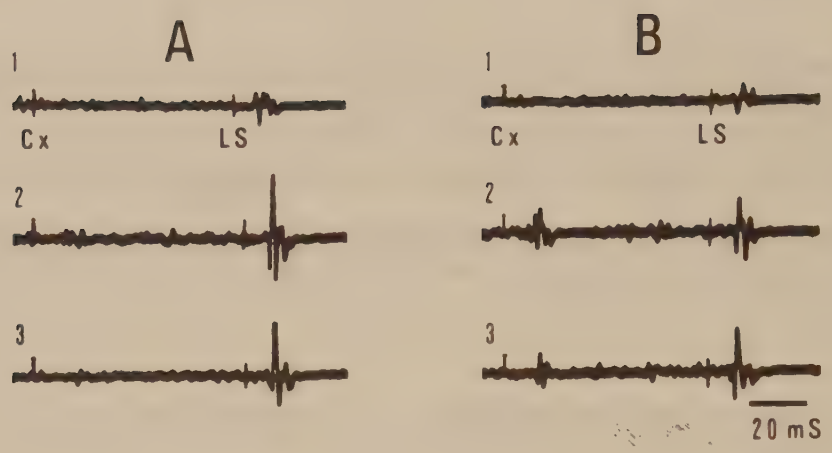


Fig. 14 - Effets de la tétanisation du nerf laryngé supérieur (A) et du cortex fronto-orbitaire (B) sur les réponses du sphincter oesophagien supérieur produites par stimulation du nerf (LS) et du cortex (Cx).

Pour chaque série : 1 = enregistrement témoin ; 2 et 3 = réponses obtenues après tétanisation à 100 c/s.

On notera que la tétanisation du nerf laryngé supérieur ne provoque qu'une facilitation de la réponse réflexe (A), alors que la tétanisation du cortex (B) facilite les deux types de réponse.

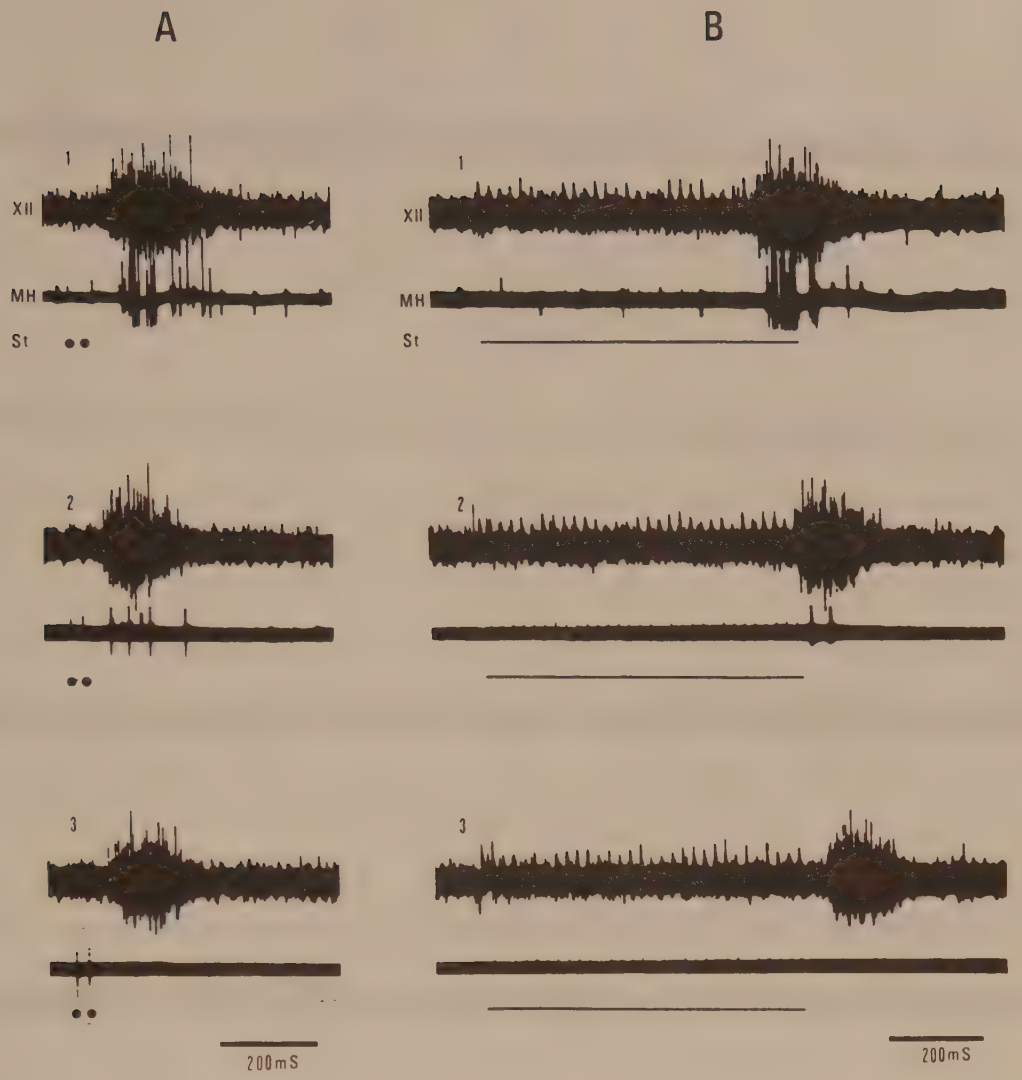


Fig. 15 - Effet de la curarisation sur les déglutitions produites par stimulation du nerf laryngé supérieur (A) et du cortex frontal (B).

Les tracés A et B ont été obtenus chez un même animal. MH = activité EMG du muscle mylohyoïdien. XII = activité globale du nerf hypoglosse. St = stimulation.

1 - Tracés témoins : Déglutitions obtenues par stimulation homolatérale du nerf laryngé supérieur (0,5 V ; 0,2 ms ; 2 chocs) et du cortex frontal (12 V ; 0,5 ms; 50 c/s). On notera la présence d'une activité globale sur le XII qui précède très légèrement l'EMG du muscle mylohyoïdien.

2 et 3 : Effet de la curarisation de l'animal. La curarisation est partielle en 2, et totale en 3 : on remarquera la disparition progressive de l'EMG du muscle mylohyoïdien alors que l'activité globale du XII est toujours présente.

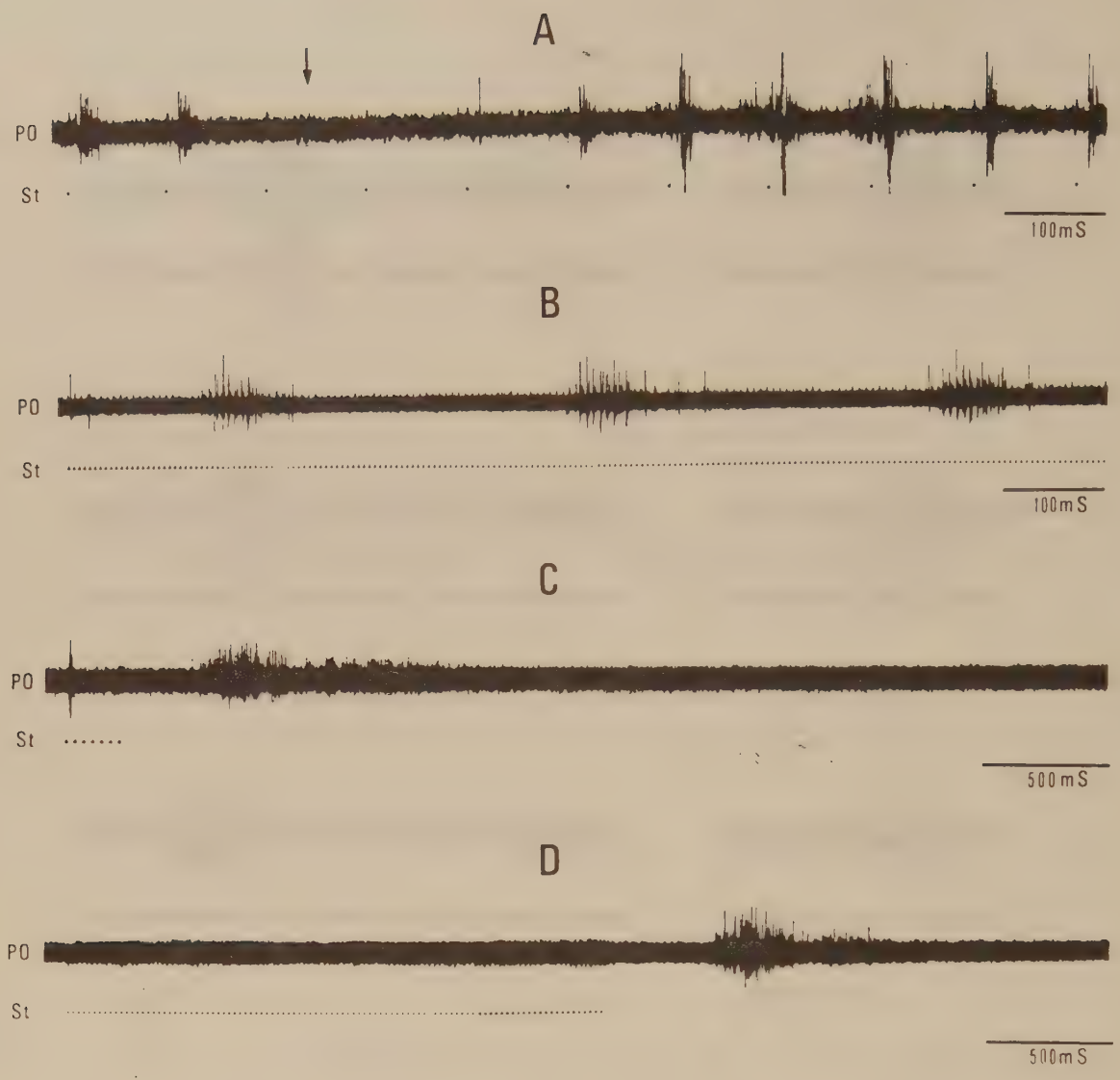


Fig. 16 - Activité des fibres nerveuses motrices de la partie haute de l'oesophage cervical chez l'animal curarisé.

A - La stimulation du nerf laryngé supérieur à fréquence basse (10 c/s) déclenche une activité multifibre coup pour coup. On notera l'inhibition de la réponse (flèche), et la facilitation importante qui suit.

B - Décharges rythmiques produites par une stimulation du laryngé supérieur avec une salve de longue durée à 40 c/s.

C - Stimulation du laryngé supérieur avec une salve de courte durée à 30 c/s. On remarque ici la présence d'une petite décharge au début de la salve suivie 500 ms après d'une activité plus complexe.

D - Stimulation du cortex fronto-orbitaire à 50 c/s.

Noter la similitude des réponses obtenues en C et D.

PO = Activité de fibres nerveuses du nerf pharyngo-oesophagien ; St = stimulation.

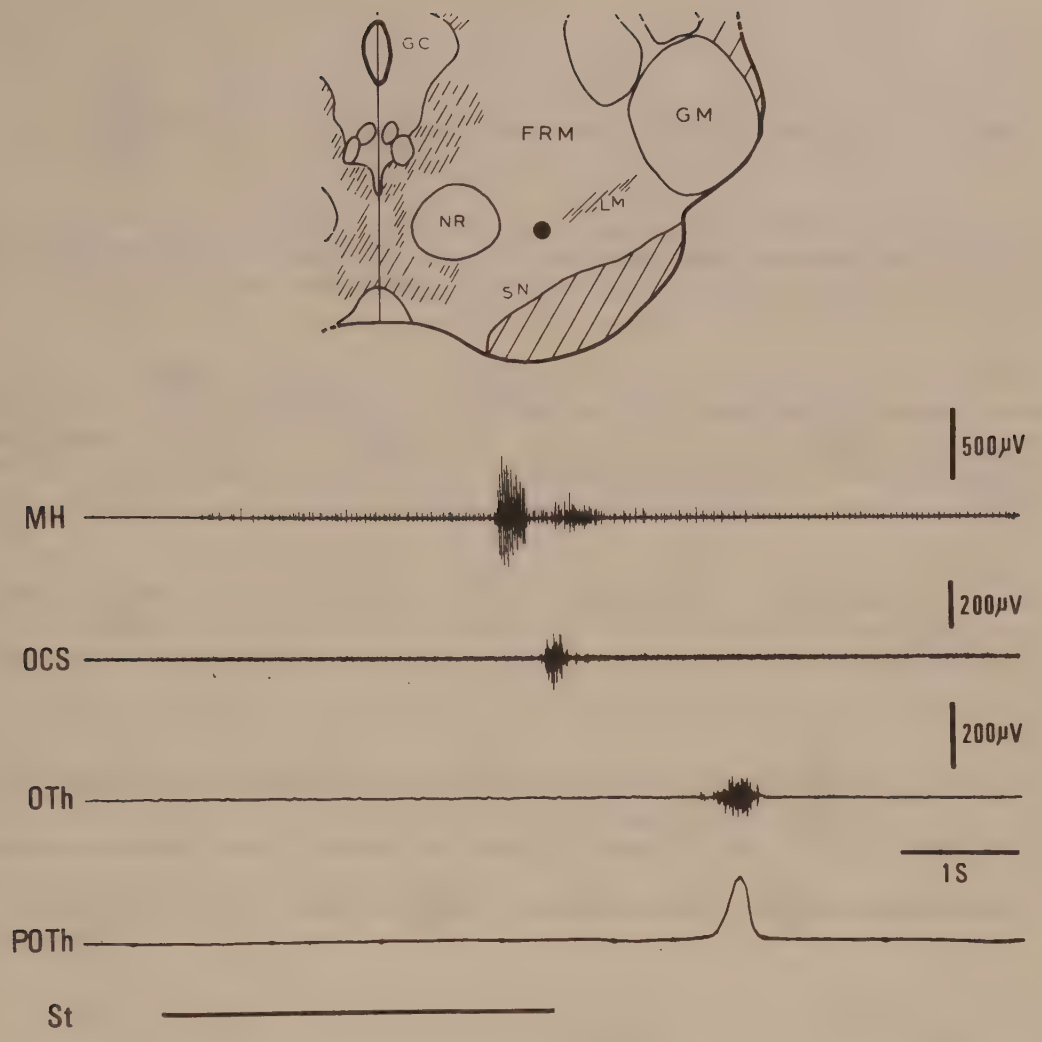


Fig. 17 - Déglutition produite par une courte stimulation sous-corticale (salve de chocs de 5 V ; 0,2 ms ; 30 c/s).

La zone stimulée est représentée sur le schéma par un cercle noir (plan A 15). Pour les abréviations sur les structures, voir la légende de la figure 21.

ME ; OCS ; OTh ; POTh ; St : même signification que sur les figures précédentes.

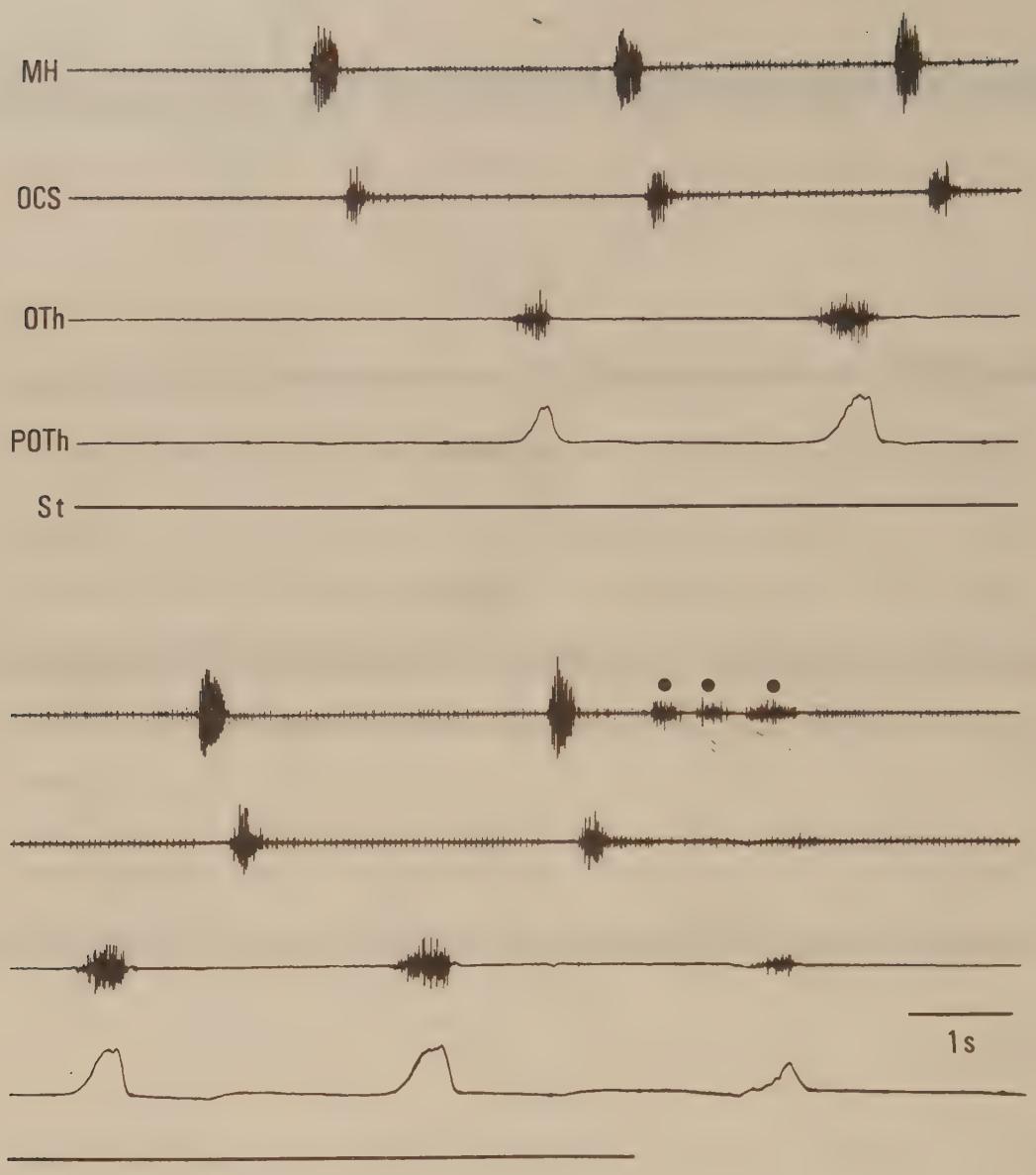


Fig. 18 - Déglutitions rythmiques produites par une stimulation sous-corticale de longue durée (salve de chocs de 5 V ; 0,2 ms ; 20 c/s).

Les tracés se font suite sans recouvrement. La stimulation, qui commence au début des enregistrements, est effectuée au même point que pour la figure 17. A noter que les déglutitions bucco-pharyngées qui se produisent à cadence lente sont à chaque fois suivies d'un péristaltisme oesophagien. On remarquera les mouvements de mastication (cercles noirs) après la fin de la stimulation.

MH, OCS, OTh, POTh, St : même signification que sur les figures précédentes. Etalonnages d'amplitude identiques à ceux de la figure 17.

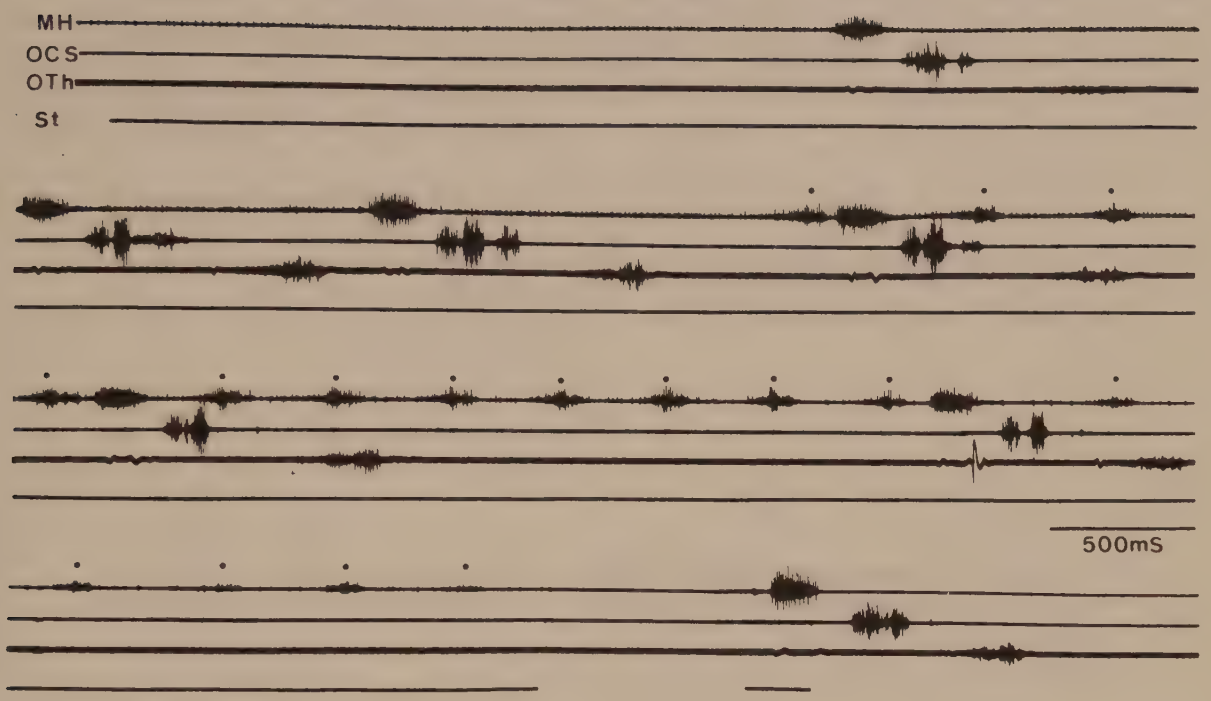



Fig. 19 - Effets produits par la stimulation d'un point sous-cortical à dominance déglutitrice (région de la substantia nigra au plan A 21).

Les tracés se suivent sans recouvrement. A noter que la stimulation (5 V ; 0,5 ms ; 60 c/s) avec une salve de longue durée provoque des déglutitions rythmiques pures (début de salve) qui sont ensuite mêlées à des mouvements de mastication (cercles noirs) dont la fréquence augmente, tandis que le rythme des déglutitions se ralentit.

On remarquera en outre que la stimulation avec une salve de courte durée, à la fin du tracé, déclenche une déglutition complète dont la latence est très faible.

MH, OCS, OTh, St : même signification que sur les figures précédentes.

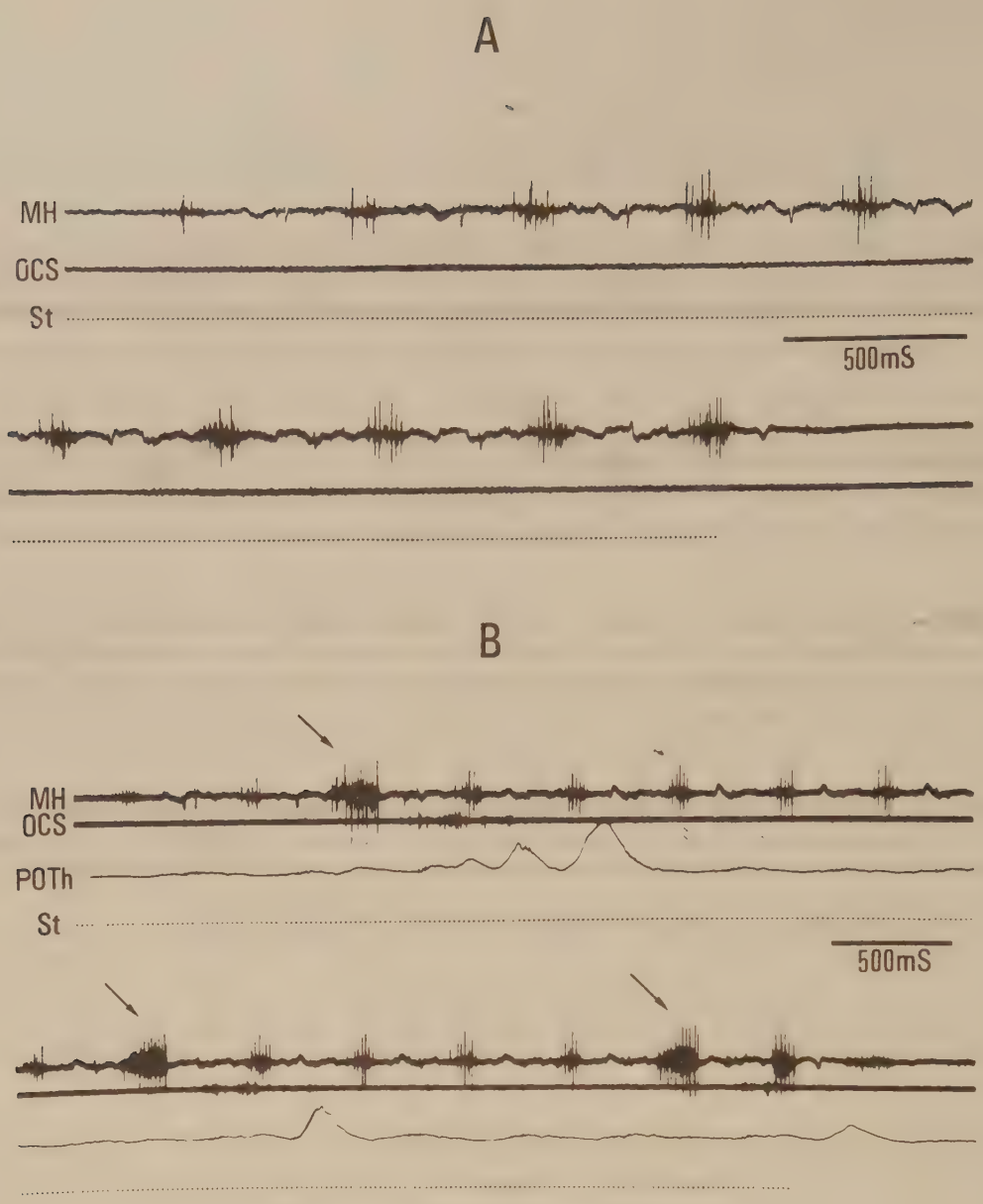


Fig. 20 - Effets produits par la stimulation d'un point sous-cortical masticateur (A) et d'un point à dominance masticatrice (B).

Pour A comme pour B, les tracés se font suite sans recouvrement. La stimulation commence au début de chaque tracé.

A : Stimulation à l'extérieur du noyau rouge au plan A 15 (salve de chocs de 5 V ; 0,5 ms ; 60 c/s).

B : Stimulation de la capsule interne en A 33 (3 V ; 0,5 ms ; 60 c/s).

On notera : en A, les mouvements de mastication rythmiques (décharges EMG du muscle mylohyoïdien) ; en B, les déglutitions puissantes (fortes décharges du mylohyoïdien signalées par les flèches) qui entrecoupent les masticatations rythmiques.

Pour les symboles : MH, OCS, POTh, St, voir les figures précédentes.

Fig. 21 - Localisation des effets déglutiteurs ou masticateurs produits par les stimulations sous-corticales.

Chaque plan correspond à une coupe transversale du cerveau (partie ventrale). Dans la colonne de gauche, les différents plans espacés de 3 à 4 mm représentent les structures nerveuses depuis la région de la capsule interne (A 34) jusqu'au niveau mésencéphalique (A 12). Les points déglutiteurs et masticateurs sont reportés dans la colonne de droite.

Symboles :

- ● points déglutiteurs purs
- ◑ points à dominance déglutitrice
- ■ points masticateurs purs
- ◨ points à dominance masticatrice
- X absence de réponse

AHL : Area hypothalamica lateralis
Am : Amygdala
APO : Area preoptica
CA : Commissura anterior
CD : Nucleus caudatus
CF : Campi foreli
ChO : Chiasma opticum
CI : Capsula interna
Cl : Claustrum
CM : Nucleus centrum medianum
CMm : Corpus mamillare mediale
FLM : Fasciculus longitudinalis medialis
FRM : Formatio reticularis mesencephali
FX : Fornix
GC : Substantia grisea centralis
GL : Corpus geniculatum laterale
GM : Corpus geniculatum mediale
Hip. V : Hippocampus ventralis
LM : Lemniscus medialis
LME : Lamina medullaris externa
LP : Nucleus lateralis posterior
NI : Nucleus interstitialis
NIII : Nucleus nervi oculomotorii
NR : Nucleus ruber
Ped Cer : Pedunculus cerebri
Put : Putamen
Ret : Nucleus reticularis
SN : Substantia nigra
TO : Tractus opticus
TTC : Tractus tegmentalis centralis
VA : Nucleus ventralis anterior
VM : Nucleus ventralis medialis
VPL : Nucleus ventralis posterior (pars lateralis)
VPM : Nucleus ventralis posterior (pars medialis)
ZI : Zona incerta

→

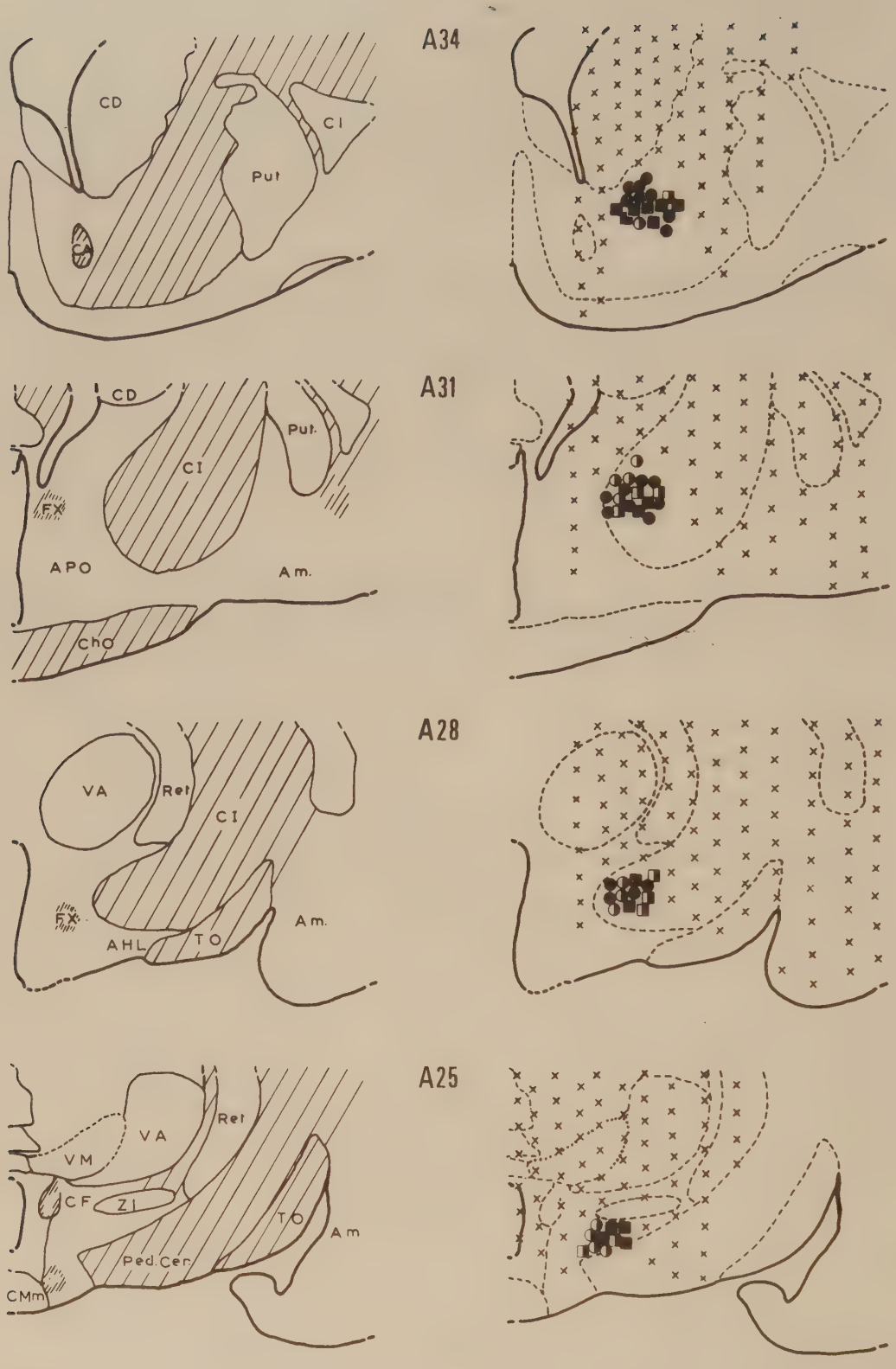

A34
CD
CI
Put
A31
CD
Put.
CI
FX
APO
Am.
Cho
A28
VA
Rel
CI
FX
AHL
TO
Am.
A25
VA
Rel
VM
CF
ZI
TO
Am
Ped.Cer
CMm

Fig. 21

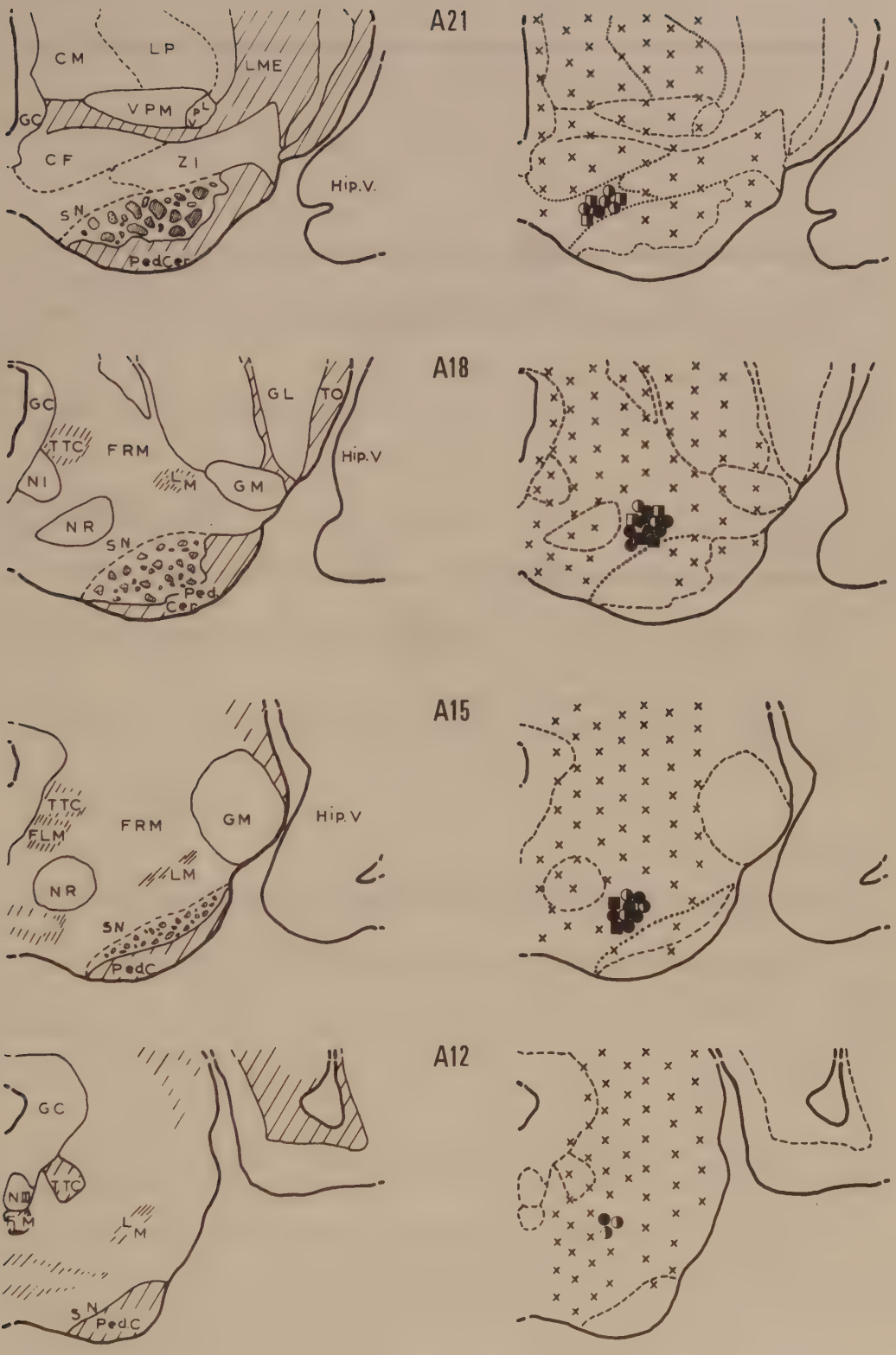

A21
CM
LP
LME
VPM
VL
GC
CF
ZI
Hip.V.
SN
PedC
A18
GC
GL
TO
TTC
FRM
Hip.V
NI
M
GM
NR
SN
Ped
C
A15
TTC
FRM
GM
Hip.V
FLM
LM
NR
SN
PedC
A12
GC
TTC
NI
M
LM
SN
PedC

Fig. 21

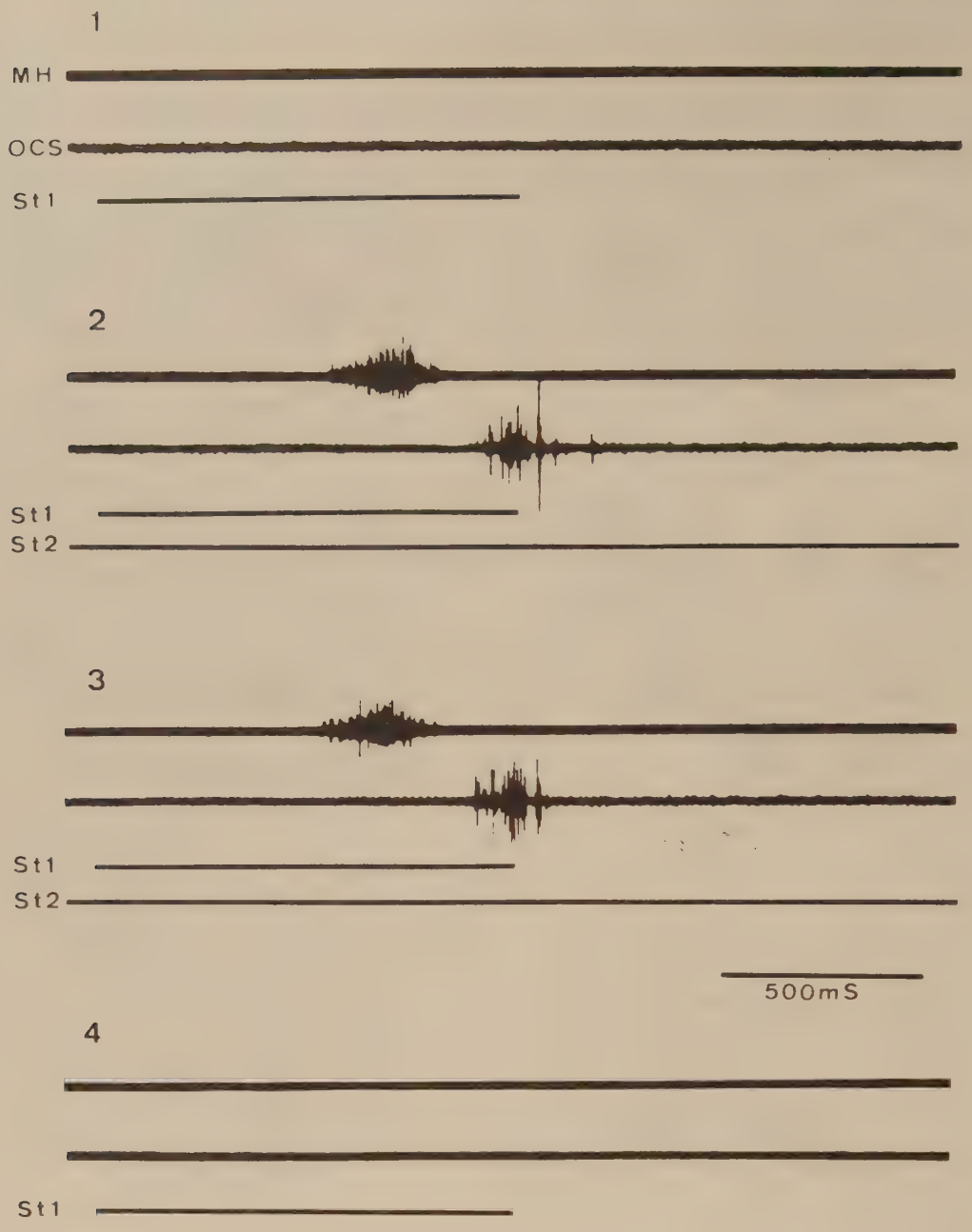


Fig. 22 - Facilitation de la déglutition déclenchée par stimulation sous-corticale lors d'une tétanisation sous-liminaire du nerf laryngé supérieur homolatéral.

Enregistrements effectués : 1 = avant la tétanisation du nerf ; 2 et 3 = pendant la tétanisation ; 4 = après la fin de la tétanisation.

On remarquera que la stimulation sous-corticale St1 (salve de chocs de 5 V ; 0,2 ms ; 50 c/s), qui est inefficace en 1 et 4, provoque des déglutitions en 2 et 3 pendant la tétanisation sous-liminaire St2 du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,2 V ; 0,1 ms ; 2 c/s).

MH et CCS : même signification que sur les figures précédentes.

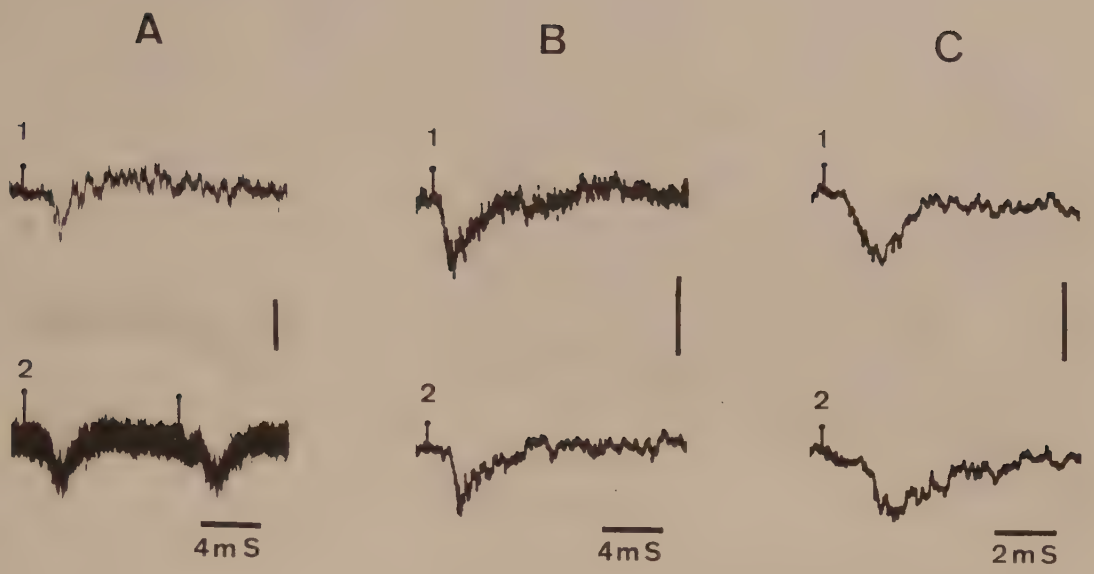


Fig. 23 - Potentiels évoqués au niveau de points déglutiteurs sous-corticaux chez deux animaux différents.

A : Stimulation corticale par choc unique (1) et 100 c/s (2). Réception à l'extérieur du noyau rouge en A 17. On remarquera, en 2, que l'amplitude de la réponse évoquée n'est pratiquement pas modifiée (l'épaississement de la ligne de base est dû à la superposition d'un grand nombre de réponses).

B : Stimulation du cortex frontal par choc unique (15 V ; 0,1 ms). Réception au niveau de deux points déglutiteurs profonds situés dans la zone de fibres entre le noyau caudé et le putamen en A 38 (1), et dans la région de la substantia nigra en A 18 (2). A noter la différence de latence entre les deux réponses.

C : Potentiels évoqués dans la région de la substantia nigra en A 18, chez le même animal qu'en B, lors de la stimulation homolatérale de la voie corticifuge en A 38 (1) et du cortex frontal (2).

Etalonnages d'amplitude : 50 µV en A ; 200 µV en B et C.

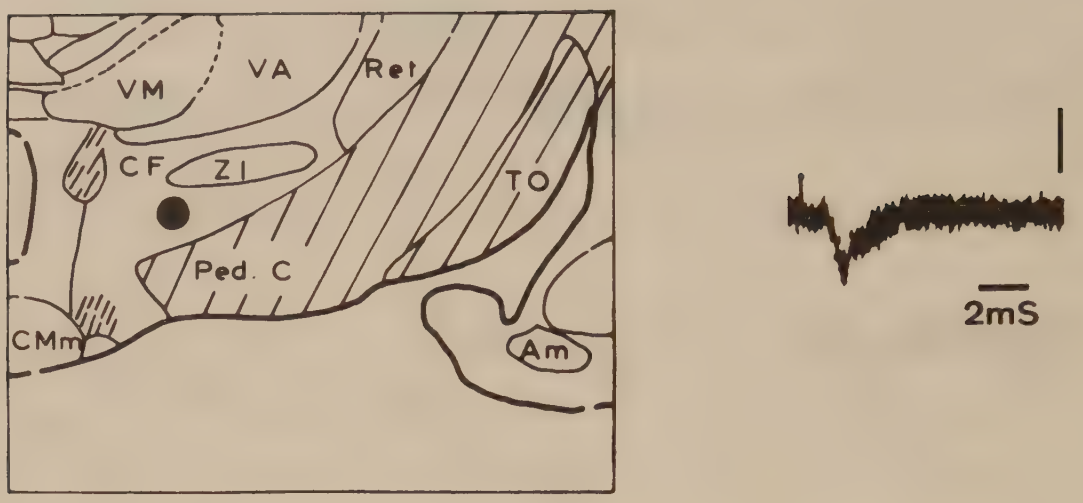


Fig. 24 - Coagulation d'un point déglutiteur sous-cortical.

Tracé : Potentiel évoqué au niveau d'un point déglutiteur profond (plan A 25) lors de la stimulation du cortex frontal homolatéral (choc unique). On notera la brièveté de la latence de la réponse et sa faible durée (potentiel de fibres). Etalonnage d'amplitude : 50 µV.

Carte : Coagulation au niveau du point où était obtenue la réponse précédente (cercle noir). Cette coagulation s'accompagne de la disparition complète des déglutitions déclenchées par stimulation corticale homolatérale.

A remarquer que la région détruite se trouve dans les zones délimitées par la technique de stimulation (voir fig. 21 : plan A 25).

Symboles : Voir la légende de la figure 21.

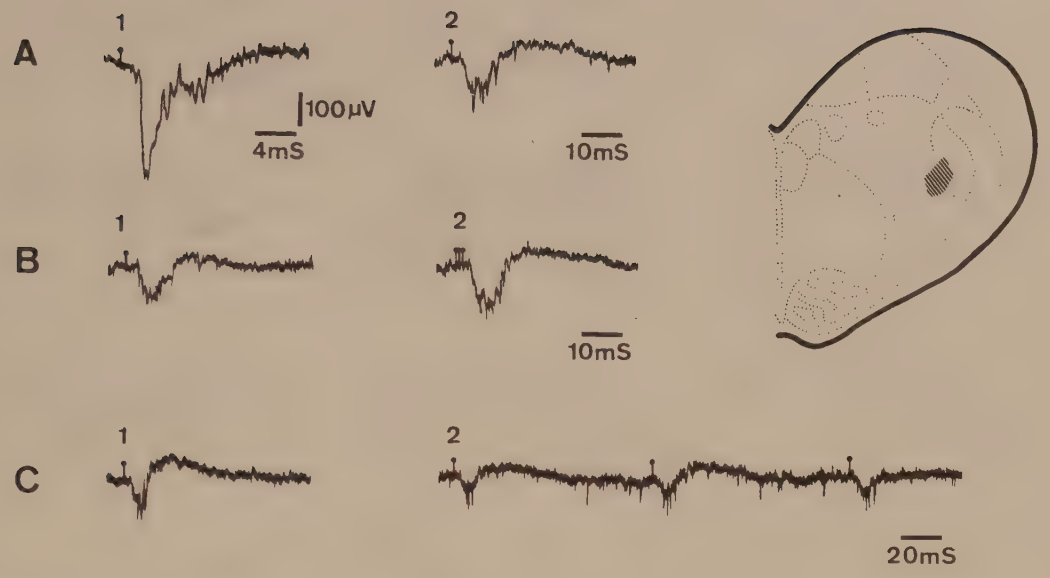


Fig. 25 - Potentiels évoqués dans la région du noyau de la racine descendante du trijumeau et de la réticulée latérale.

Enregistrements obtenus chez trois animaux différents, entre les plans O (niveau de l'obex) et + 4 (4 mm en avant de l'obex). Réception dans la zone hachurée sur la carte (pour l'identification des structures, voir fig. 28).

A : Stimulation du cortex frontal homolatéral par choc unique (8V ; 0,2 ms) ; réception au plan + 4 (1) et au plan O (2). Noter la brièveté de la latence des réponses (2 à 3 ms).

B : Facilitation de la réponse évoquée. Réception au plan + 2. Stimulation corticale par choc unique (1) et avec trois chocs espacés de 1 ms (2) ; on remarquera, en 2, la légère augmentation d'amplitude du potentiel évoqué.

C : Phénomène de fatigue. Réception dans le plan de l'obex. 1 : réponse corticale test (5 V ; 0,2 ms). 2 : stimulation corticale à 10 c/s ; noter la diminution d'amplitude du potentiel évoqué.

Etalonnage d'amplitude valable pour tous les tracés. Etalonnage de temps en B2 valable pour B1 ; en C2 valable pour C1.

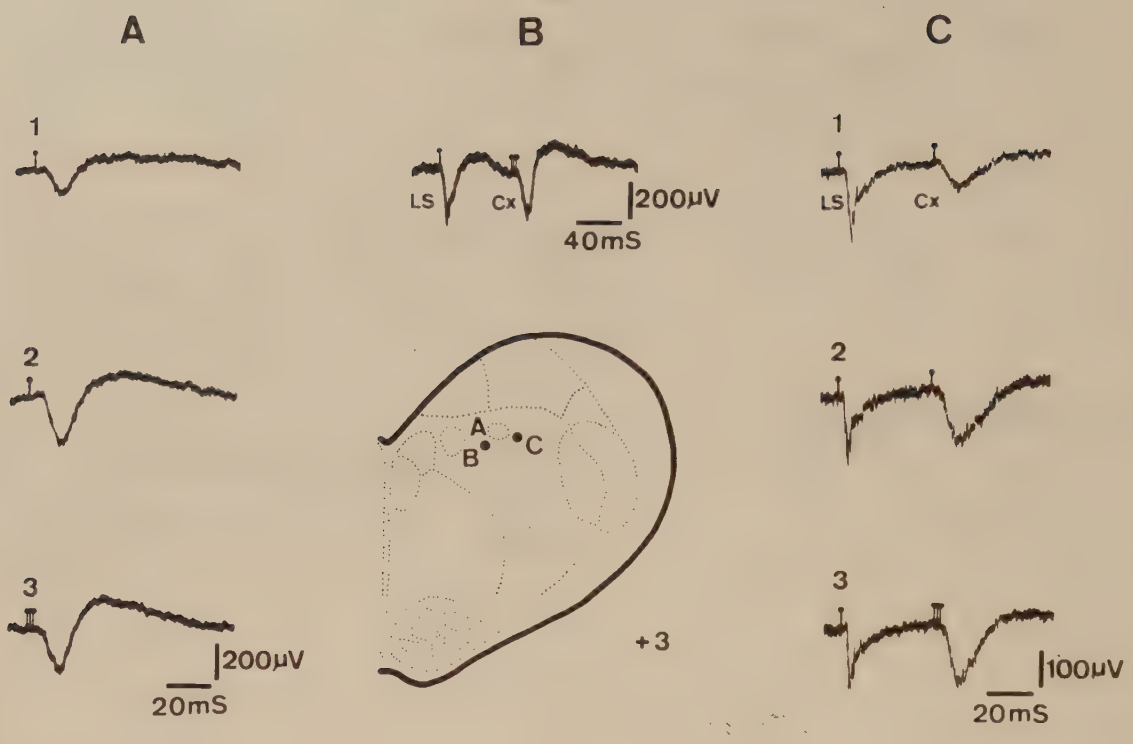


Fig. 26 - Potentiels évoqués dans la région du noyau du faisceau solitaire.

Réception aux points indiqués sur la carte (+ 3 = 3 mm en avant de l'obex). Les réponses A et B ont été recueillies chez le même animal et au même point.

A : Stimulation de la zone déglutitrice du cortex frontal (5 V ; 0,2 ms). 1 : réponse test (choc unique) ; 2 : après une tétanisation corticale à haute fréquence (100 c/s) ; 3 : stimulation corticale avec trois chocs.

Noter: en 1 la valeur de la latence (5 ms environ) ; en 2 et 3 : la facilitation importante de la réponse évoquée.

B : Stimulation combinée du laryngé supérieur (LS) par choc unique (0,2 V ; 0,1 ms) et du cortex frontal homolatéral (Cx) avec 3 chocs (5 V ; 0,2 ms).

On notera la présence au même point d'un potentiel évoqué laryngé et cortical.

C : 1 = réponses obtenues au même point par stimulation du LS et du Cx (chocs uniques) ; 2 : après une tétanisation corticale à 100 c/s ; 3 : stimulation corticale avec 3 chocs. Noter en 2 et 3 la facilitation de la réponse corticale.

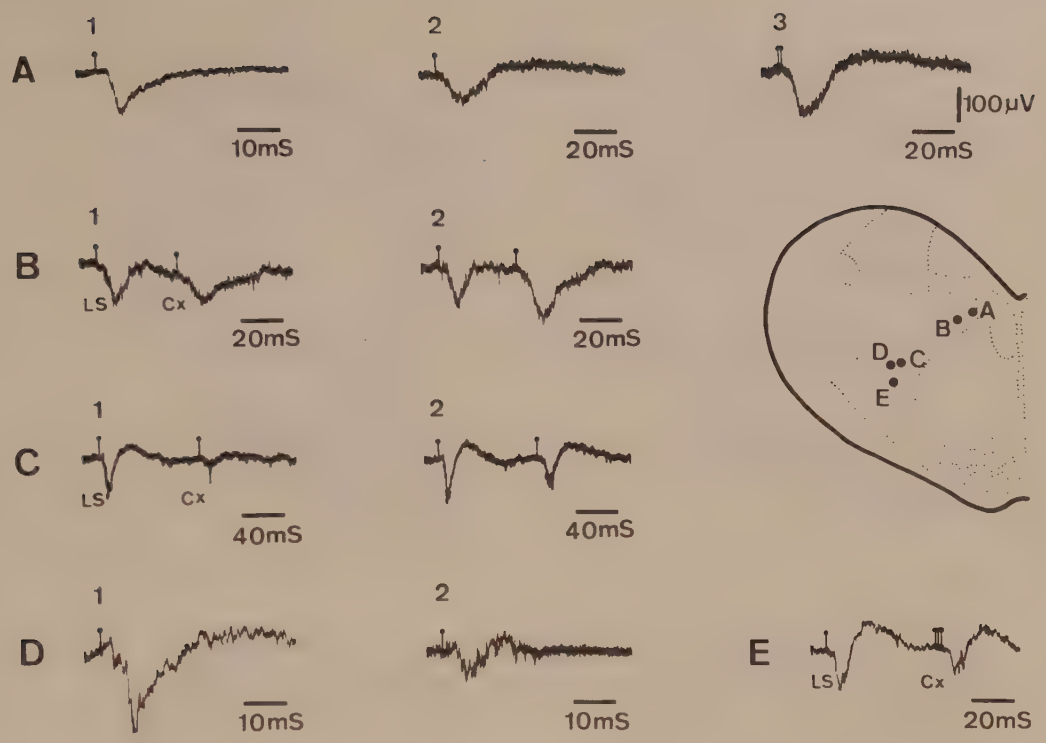


Fig. 27 - Potentiels évoqués dans la région des noyaux moteurs et de la réticulée voisine.

Enregistrements effectués chez 5 animaux différents à partir des régions du bulbe indiquées sur la carte.

A : Réception au plan + 2. Stimulation du nerf laryngé supérieur (0,5 V ; 0,2 ms) en 1, et du cortex frontal homolatéral (12 V ; 0,2 ms) en 2. En 3 : stimulation corticale par double choc.

B : Réception au plan + 3 : potentiels évoqués au même point par stimulation combinée du nerf laryngé supérieur homolatéral (LS) et du cortex frontal homolatéral (Cx). 1 : réponses tests ; 2 : après une tétanisation corticale à 100 c/s.

C : Réception au plan + 1. Même légende que B.

D : Réception au plan + 4. Potentiels évoqués au même point par stimulation du nerf laryngé supérieur (1) et du cortex frontal (2).

E : Réception au plan + 5. Stimulation combinée du nerf laryngé supérieur homolatéral (LS) et du cortex frontal homolatéral (Cx) avec une courte salve (3 chocs).

Noter:- La présence d'un potentiel évoqué laryngé et cortical pour chaque point de dérivation ;

- la facilitation de la réponse corticale en A3, B2 et C2 ;
- la grande latence (8 ms environ) de la réponse corticale en C2 et E (mesure effectuée sur le premier choc de la salve).

Fig. 28 - Carte des potentiels évoqués dans le rhombencéphale par la stimulation du cortex frontal homolatéral.

Chaque ligne horizontale représente un plan transverse du bulbe. Le numéro indique (en millimètres) la situation postérieure (valeurs négatives) ou antérieure (valeurs positives) par rapport au plan O qui contient l'obex. La colonne de gauche représente les structures bulbaires ; dans la colonne de droite sont reportés les différents types de potentiels évoqués par la stimulation du cortex frontal.

● Potentiels évoqués de type 1 (latence : 2 à 3 ms).
◑ Potentiels évoqués de type 2 (latence : 4 à 6 ms).
○ Potentiels évoqués de type 3 (latence : 7 à 10 ms).
✗ Absence de réponse.

AP : Area postrema
CC : Canalis centralis
CR : Corpus restiformis
Fai : Fibrae arcuatae internae
Fl : Fasciculus lateralis
Flm : Fasciculus longitudinalis medialis
Na : Nucleus ambiguus
NC : Nucleus cuneatus
NCl : Nucleus cuneatus lateralis (Von MONAKOV)
NG : Nucleus gracilis
Ni St : Nucleus intercalatus (STADERINI)
NOi : Nucleus olivaris inferior
Npd : Nucleus paramedialis dorsalis
Nph : Nucleus praepositus hypoglossi
NR : Nucleus reticularis medullae oblongatae
NRa : Nucleus raphes
NRgc : Nucleus reticularis gigantocellularis
NRl : Nucleus reticularis lateralis
NRpc: Nucleus reticularis parvocellularis
NTS : Nucleus tractus solitarius
NTspV : Nucleus tractus spinalis n. trigemini
NVl : Nucleus vestibularis lateralis
NVm : Nucleus vestibularis medialis
NX : Nucleus dorsalis n. vagi
NXII: Nucleus n. hypoglossi
RVIII : Radices descendentes n. vestibuli
RX : Radices n. vagi
RXII: Radices n. hypoglossi
TPy : Tractus pyramidalis
TS : Tractus solitarius
TspV: Tractus spinalis n. trigemini

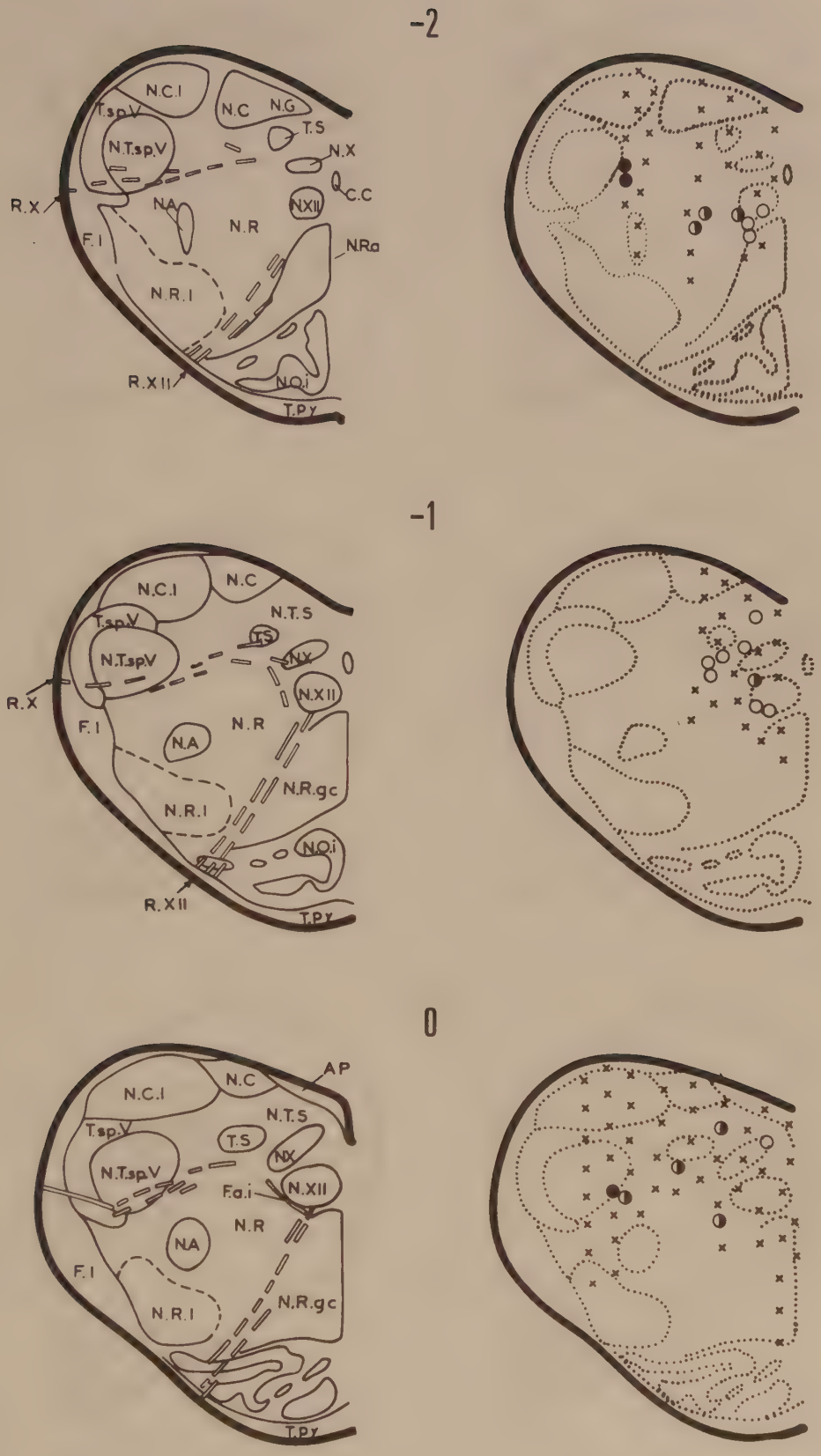

-2
N.C.I
N.C
N.G
T.spV
T.S
N.T.spV
N.X
C.C
R.X
N.A
N.XII
N.R
F.I
NRa
N.R.I
R.XII
N.O.i
T.Py
-1
N.C.I
N.C
N.T.S
T.spV
T.S
N.X
N.T.spV
N.XII
R.X
F.I
N.R
N.A
N.R.gc
N.R.I
N.O.i
R.XII
T.Py
0
AP
N.C.I
N.C
N.T.S
T.sp.V
T.S
Nx
N.T.spV
F.a.i
N.XII
N.R
N.A
F.I
N.R.gc
N.R.I
T.Py

Fig. 28

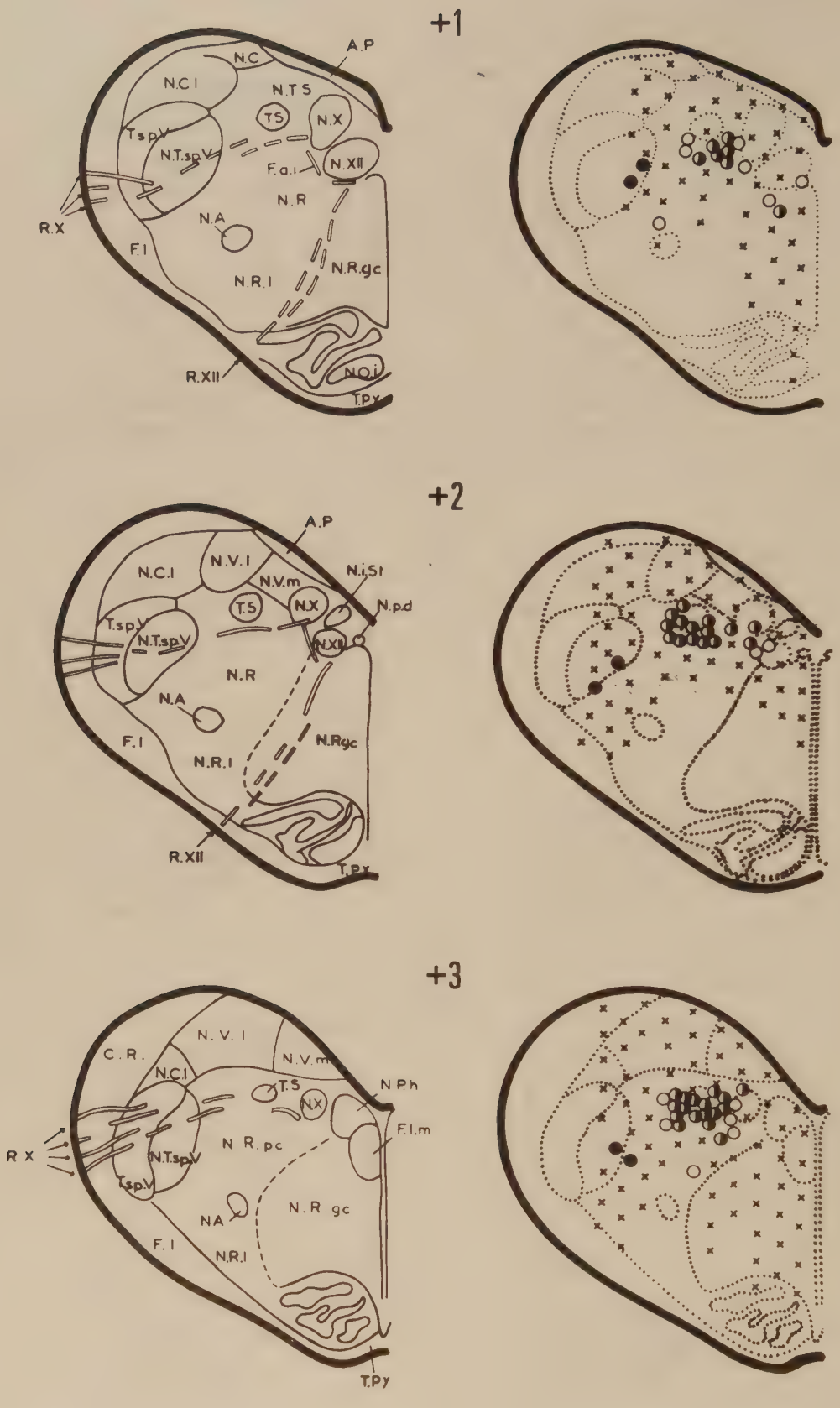
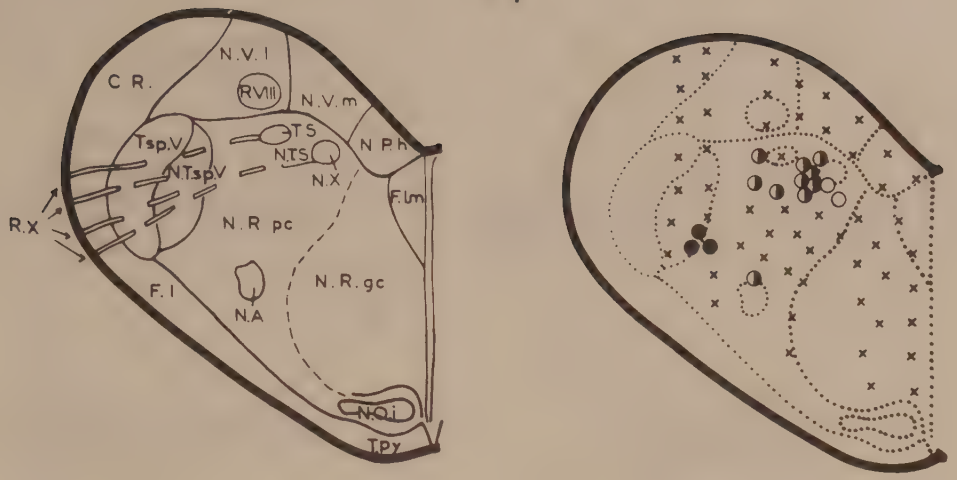
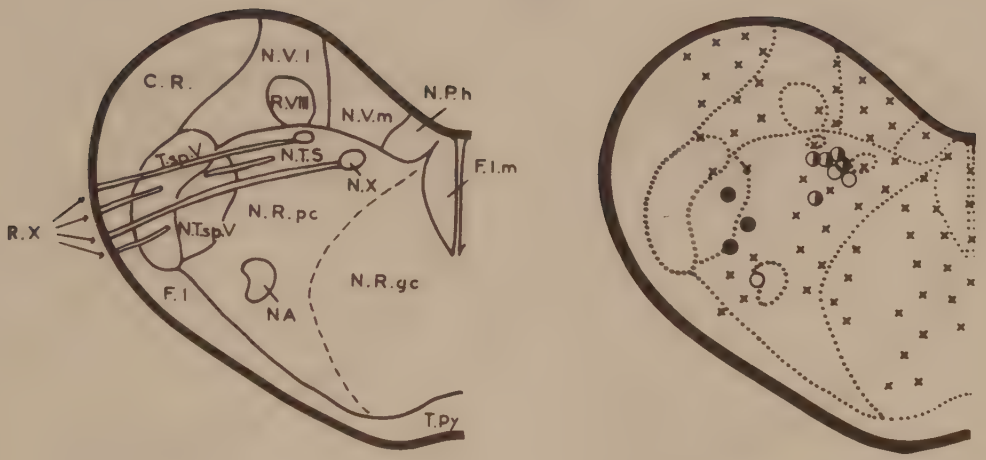

+1
A.P
N.C
N.C.I
N.T.S
TS
N.X
T.sp.V
N.T.sp.V
F.a.i
N.XII
N.R
R.X
N.A
F.I
N.R.gc
N.R.I
R.XII
N.O.i
T.Py
+2
A.P
N.C.I
N.V.I
N.i.St
N.V.m
N.X
N.p.d
T.S
T.sp.V
N.T.sp.V
N.XII
N.R
N.A
N.Rgc
F.I
N.R.I
R.XII
T.Py
+3
C.R.
N.V.I
N.V.m
N.C.I
T.S
N.X
N.Ph
F.I.m
R X
N.T.sp.V
N R.pc
T.sp.V
N.A
N.R.gc
F.I
N.R.I
T.Py

Fig. 28

+4


C.R.
N.V.I
R.VIII
N.V.m
N.P.h
Tsp.V
TS
N.TS
N.X
N.Tsp.V
F.I.m
R.X
N.R pc
F.I
N.A
N.R.gc
N.O.i
T.Py

+5


C.R.
N.V.I
R.VIII
N.V.m
N.P.h
Tsp.V
N.T.S
N.X
F.I.m
R.X
N.R.pc
N.Tsp.V
F.I
N.A
N.R.gc
T.Py

+6

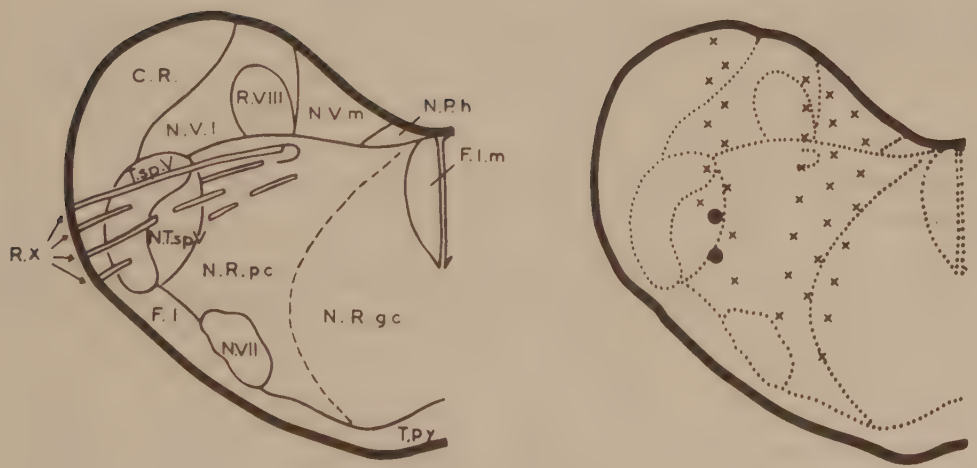

C.R.
R.VIII
N.V.m
N.P.h
N.V.I
Tsp.V
F.I.m
N.Tsp.V
R.X
N.R.pc
F.I
N.R gc
N.VII
T.Py

Fig. 28

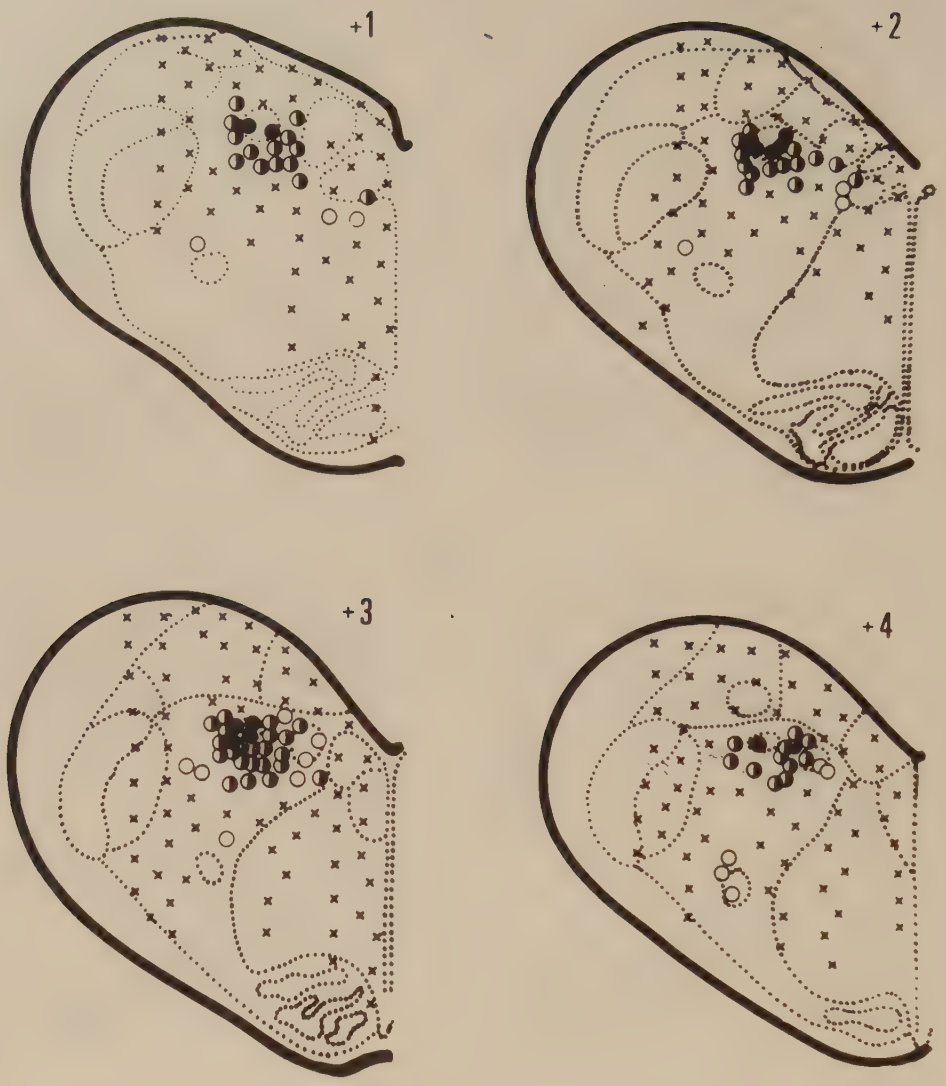


Fig. 29 - Projections bulbaires du nerf laryngé supérieur homolatéral (plans + 1 à + 4).

En comparant ces cartes avec celles de la figure 28 on notera que des régions identiques du bulbe sont activées par la stimulation homolatérale du laryngé supérieur et du cortex frontal. Pour l'identification des structures se reporter à la figure 28.

● Potentiels évoqués de type 1 (latence $\leqslant$ 2 ms).
◑ Potentiels évoqués de type 2 (latence 2-4 ms).
○ Potentiels évoqués de type 3 (latence $\geqslant$ 5 ms).
X Absence de réponse.

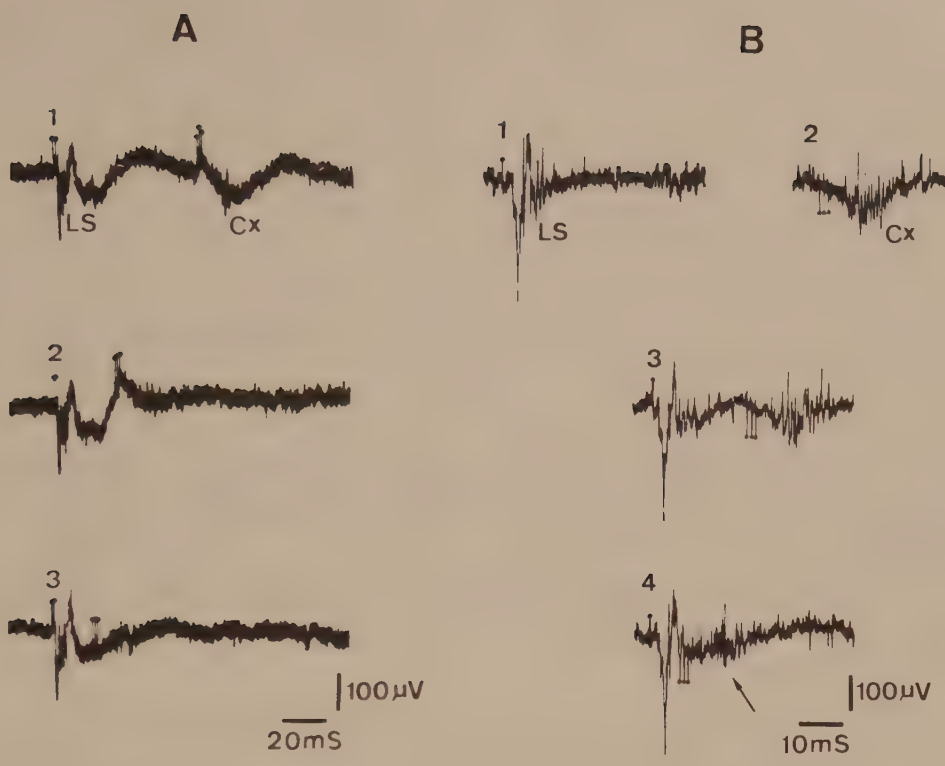


Fig. 30 - Potentiels évoqués dans la région du noyau du faisceau solitaire : phénomènes d'occlusion.

Les enregistrements A et B ont été effectués chez des animaux différents. LS : stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral ; Cx : stimulation de la zone déglutitrice du cortex frontal homolatéral.

- A - 1 : Réception au plan + 2. Stimulation homolatérale du nerf laryngé supérieur (0,5 V ; 0,1 ms ; 2 chocs) et du cortex frontal (10 V ; 0,1 ms ; 3 chocs). 2 et 3 : phénomène d'occlusion obtenu en diminuant le délai entre les deux types de stimulation. On remarquera que la réponse corticale, qui ressemble à l'onde tardive du potentiel laryngé (tracé 1), diminue fortement d'amplitude en 2, puis disparaît en 3.

- B : Réception au plan + 3. Même phénomène qu'en A, mais objectivé sur des décharges cellulaires. 1 : réponse test obtenue par stimulation du laryngé supérieur (0,5 V ; 0,2 ms). 2 : réponse test à la stimulation corticale (10 V ; 0,2 ms). 3 et 4 : effet d'une diminution du délai entre les deux types de stimulation. On notera que la réponse corticale, qui n'est pratiquement pas modifiée en 3, est nettement moins fournie en 4 (flèche).

Fig. 31 - Potentiels évoqués dans le rhombencéphale par stimulation homolatérale du nerf laryngé supérieur, du cortex frontal et de points déglutiteurs sous-corticaux.

Les enregistrements A et D d'une part, et B et C d'autre part, ont été obtenus chez un même animal. Réception dans la région parasolitaire entre 2 et 4 mm en avant de l'obex (voir carte).

A : Stimulation combinée du nerf laryngé supérieur (à gauche) et d'un point déglutiteur sous-cortical mésencéphalique (à droite). 1 : stimulation par chocs uniques. Noter la faible activité déclenchée par stimulation sous-corticale. 2 : stimulation sous-corticale avec trois chocs. On remarquera la facilitation importante de la réponse sous-corticale, et la présence d'activités unitaires comme dans la réponse laryngée.

B : Potentiels évoqués par stimulation du cortex frontal (1) et de la capsule interne au plan A 35 de l'atlas stéréotaxique (2). Noter que la latence des deux réponses est sensiblement la même.

C : Potentiels évoqués sensiblement dans la même région qu'en B par stimulation du cortex frontal (1) et de la région sous-thalamique au plan A23 (2). Noter la faible différence de latence entre les deux réponses (1 ms environ).

D : Potentiels évoqués intrabulbaires recueillis lors de la stimulation du cortex frontal (1 et 2) et du mésencéphale au plan A 11 de l'atlas (3 et 4). On remarquera la nette différence de latence (3 ms environ) entre les réponses corticale et sous-corticale, ainsi que la facilitation importante des deux types de réponses lors d'une stimulation avec trois chocs.

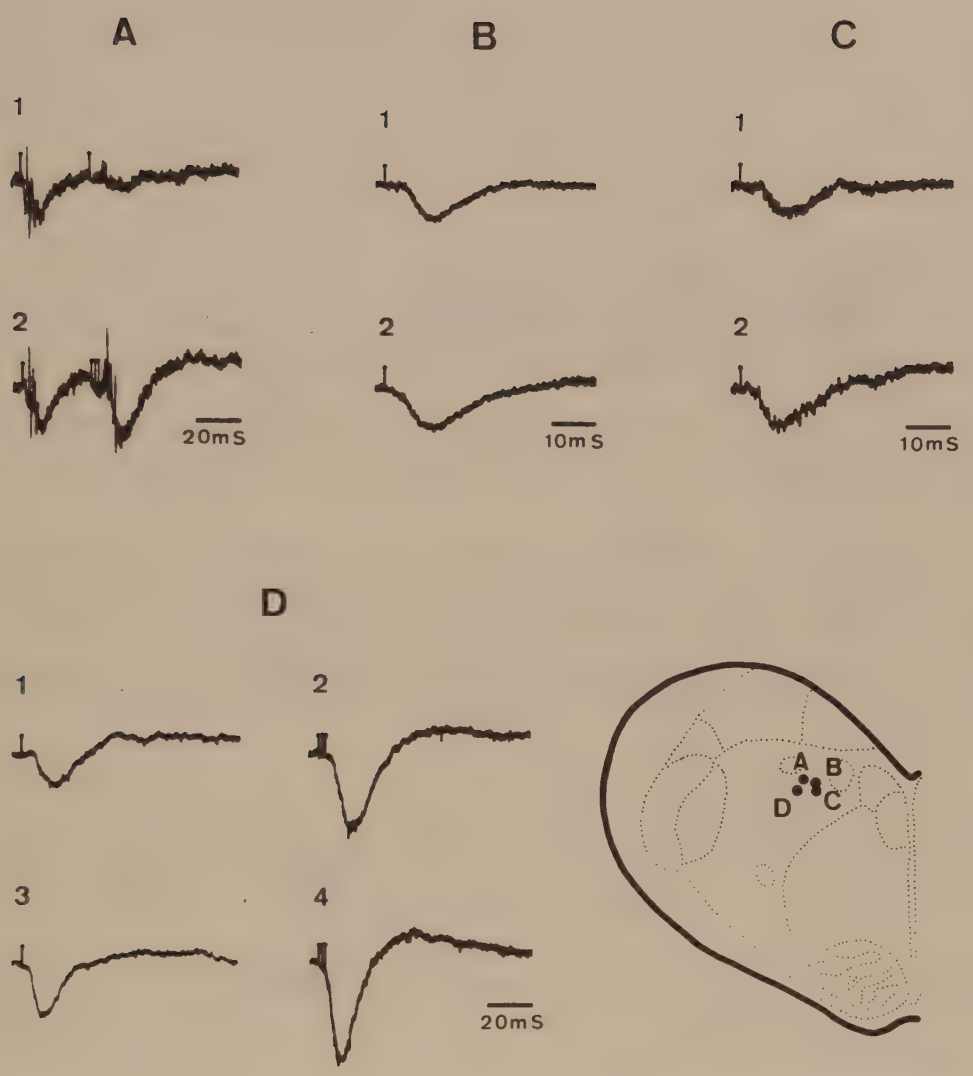

A
B
C
1
2
20mS
10mS
10mS
D
1
2
3
4
20mS
A
B
C
D

Fig. 32 - Potentiels évoqués sur le cortex frontal par stimulation du nerf laryngé supérieur, du glossopharyngien, et du cortex contralatéral.

Les tracés A, B, C et D ont été obtenus chez des animaux différents dans la zone du cortex représentée sur le schéma par des hachures (pour les symboles, voir la figure 5).

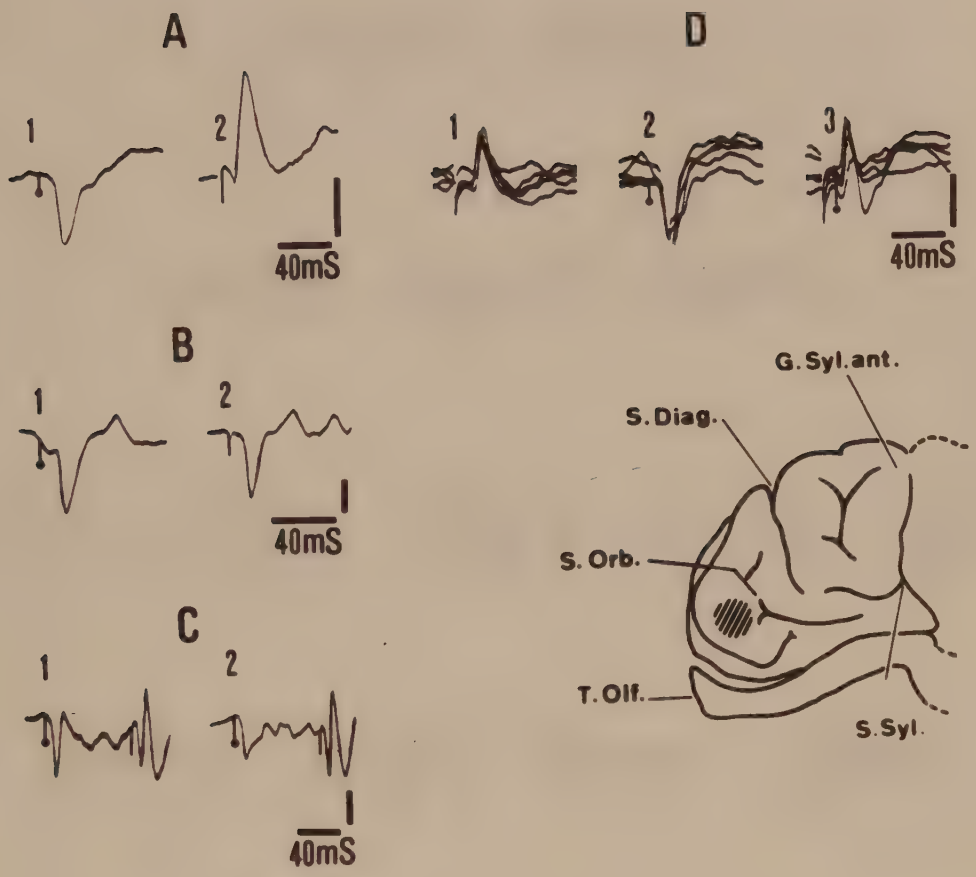
A : Potentiels évoqués en un même point du cortex par stimulation du laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,2 ms) en 1, et du cortex frontal contralatéral (10 V ; 0,5 ms) en 2. Noter la différence de forme et de latence des deux réponses.

B : Réponses obtenues par stimulation homolatérale du laryngé supérieur (1) et du glossopharyngien (2). On remarquera que la forme et la latence des potentiels sont identiques.

C : Réception au même point. 1 : stimulation du laryngé supérieur homolatéral (à gauche) et du cortex contralatéral (à droite). 2 : stimulation du glossopharyngien homolatéral (à gauche) et du cortex frontal contralatéral (à droite). Noter la présence d'un potentiel évoqué pour chaque modalité de stimulation.

D - Phénomène d'occlusion. 1 : stimulation du cortex contralatéral (5 réponses superposées) ; 2 : stimulation du laryngé supérieur homolatéral (5 superpositions); 3 : stimulations couplées avec un délai de 12 ms environ. A noter la disparition presque complète du potentiel laryngé.

Etalonnages d'amplitude : 200 μV en A, C et D ; 100 μV en B.


A
1
2
40mS
B
1
2
40mS
C
1
2
40mS
D
1
2
3
40mS
G.Syl.ant.
S.Diag.
S.Orb.
T.Olf.
S.Syl.

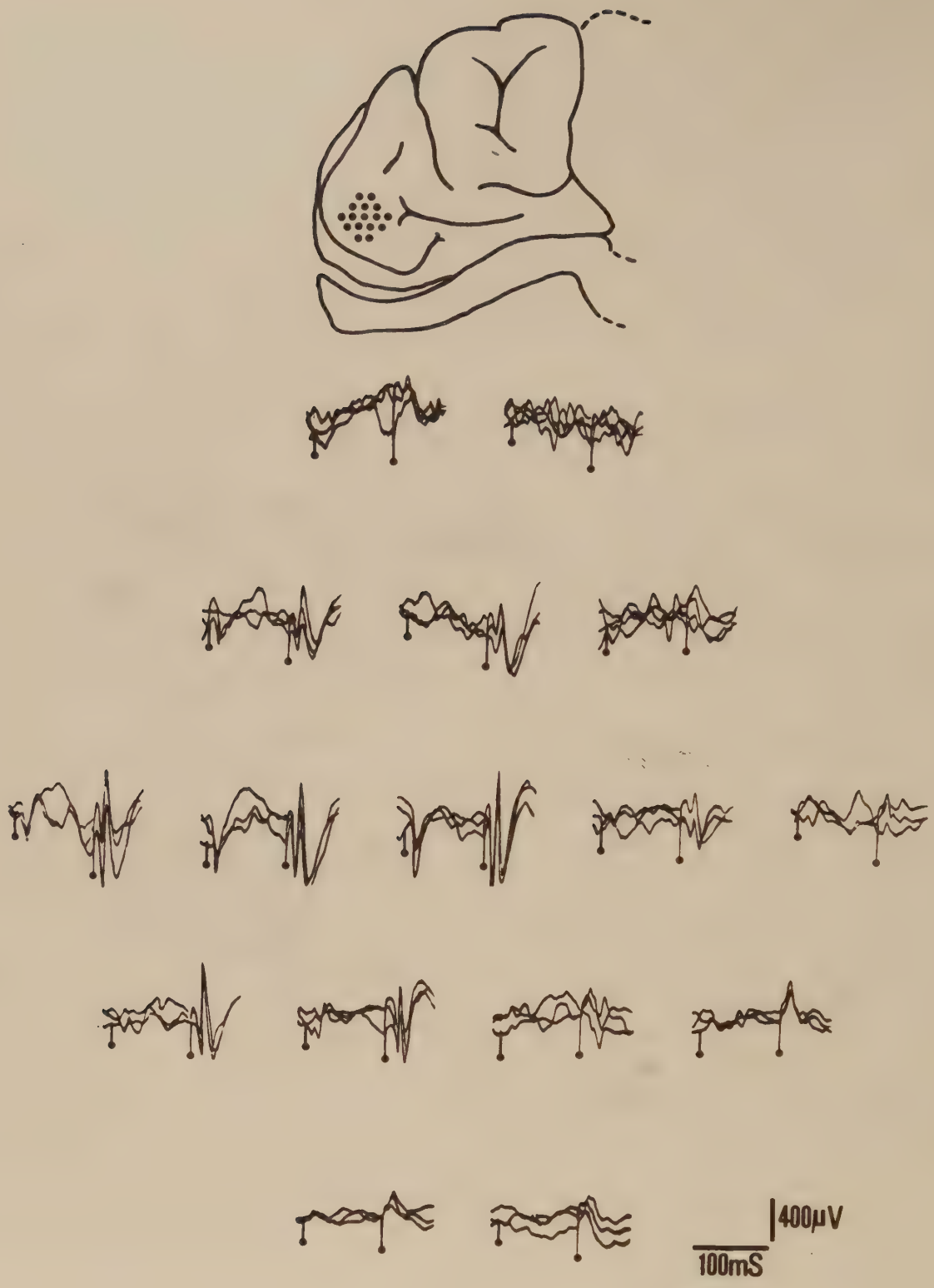


Fig. 33 - Répartition au niveau du cortex fronto-orbitaire des potentiels évoqués par stimulation du laryngé supérieur homolatéral et du cortex contralatéral.

Le schéma montre l'emplacement des différents points de réception. Pour chaque tracé, la stimulation du laryngé supérieur est représentée à gauche ; la stimulation corticale à droite. Noter la faible étendue de la zone corticale activée par les deux modalités de stimulation.

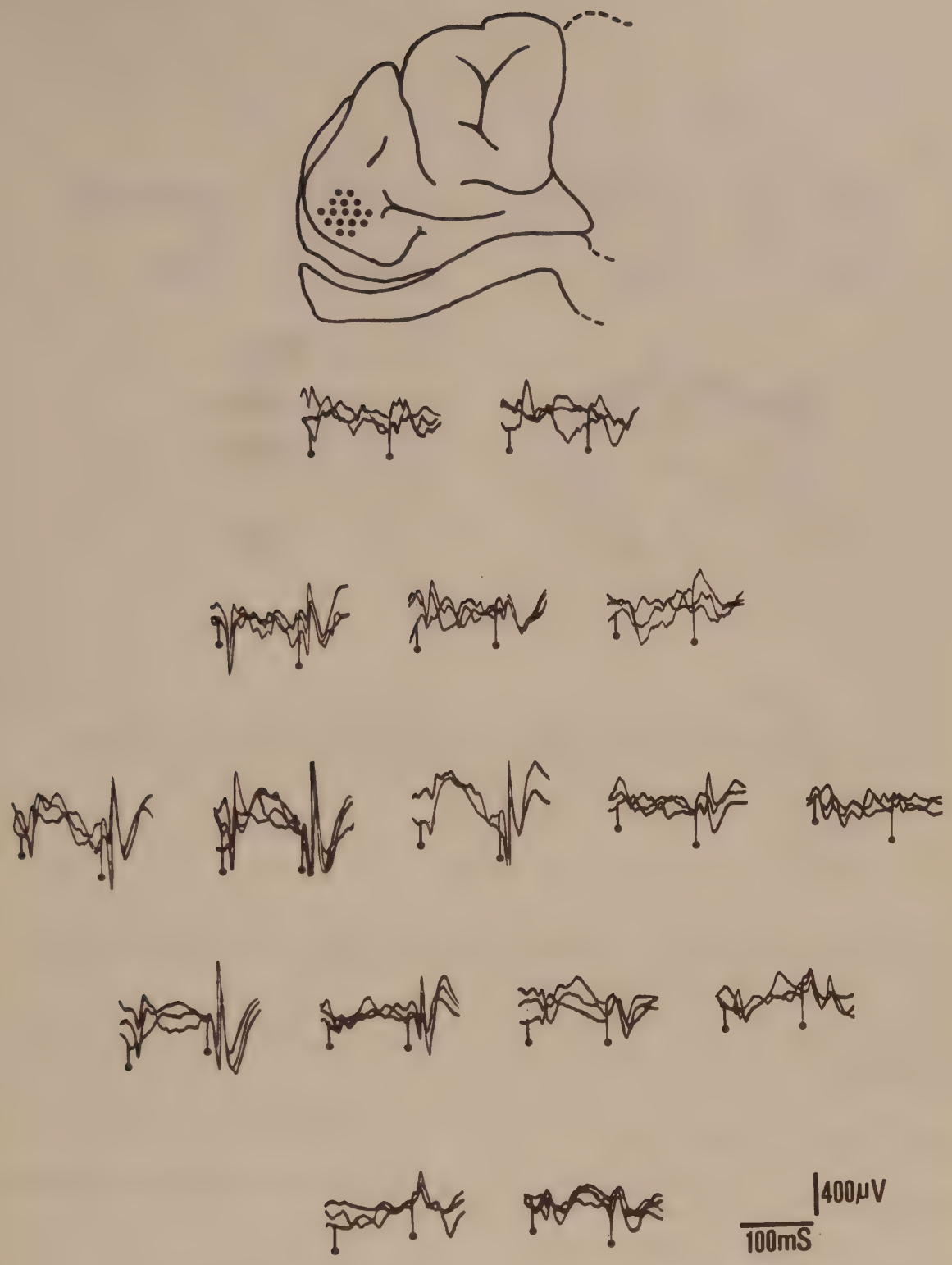


Fig. 34 - Répartition au niveau du cortex fronto-orbitaire des potentiels évoqués par stimulation du glossopharyngien homolatéral et du cortex contralatéral.

Réception chez le même animal et aux mêmes points que pour la figure 33. Pour chaque tracé, la stimulation du glossopharyngien est représentée à gauche, la stimulation corticale à droite.

En comparant cette figure à la figure 33, on notera que les zones de projection corticales du laryngé supérieur et du glossopharyngien se recouvrent.

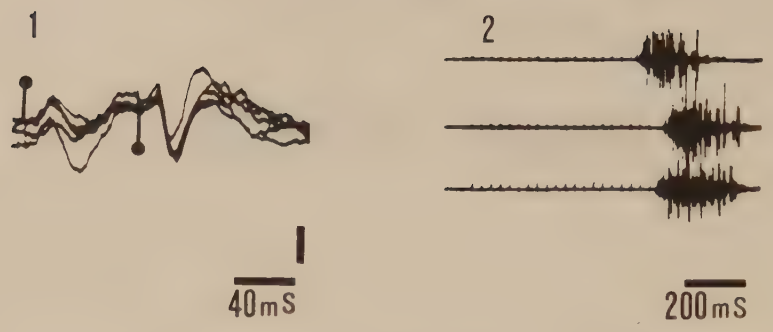


Fig. 35 - Réception et stimulation intracorticale.

1 : Potentiels évoqués dans le cortex déglutiteur (5 superpositions), à 1 mm de profondeur environ, par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (à gauche) et du cortex contralatéral (à droite).

2 - Effet de la stimulation itérative (5 V ; 0,5 ms ; 40 c/s) au même point; réception de l'EMG du muscle mylohyoïdien (3 enregistrements successifs décalés dans le sens vertical).

Noter : - En 1, la polarité des potentiels évoqués qui est inversée par rapport à celle des réponses recueillies en surface ;

- en 2, l'efficacité de la stimulation intracorticale qui déclenche à chaque essai une déglutition.

Etalonnage d'amplitude : 200 μV.

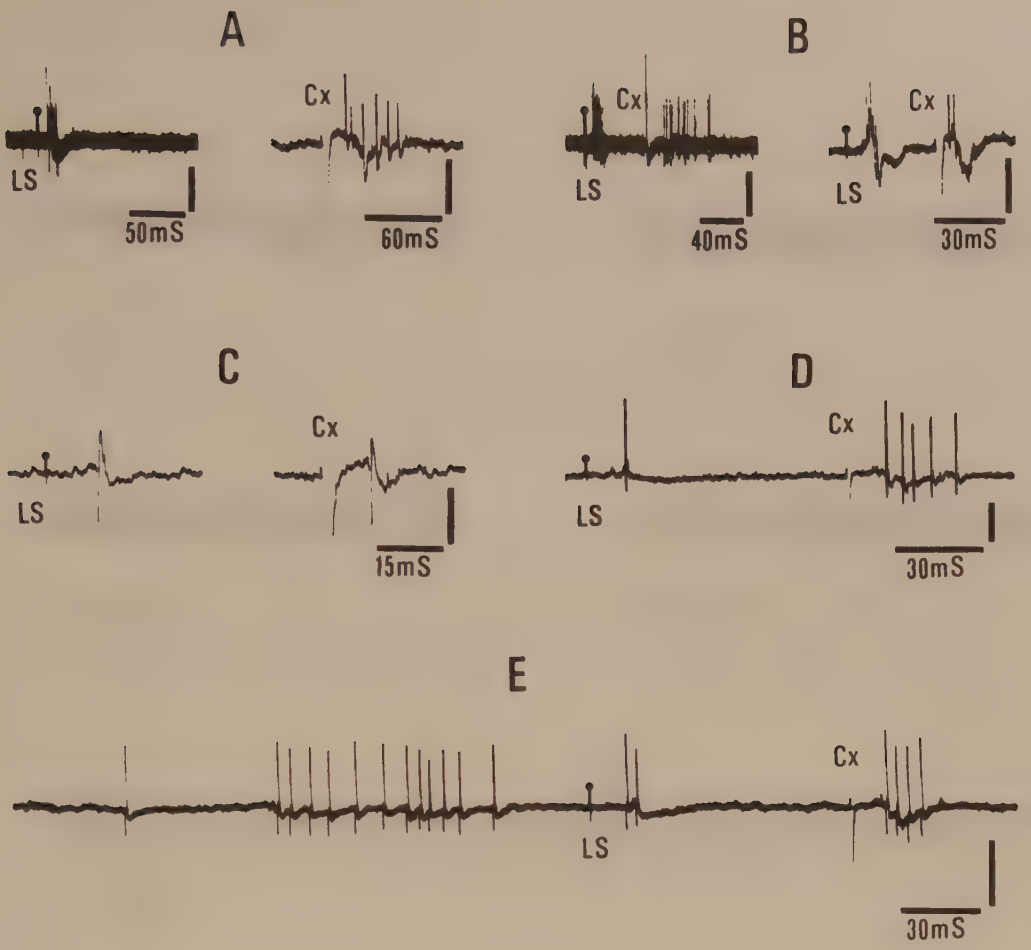


Fig. 36 - Activation des cellules du cortex frontal par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral et du cortex frontal contralatéral.

Réception intracorticale entre 1 et 2,5 mm de profondeur. Pour tous les tracés : LS = stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,2 à 0,5 V ; 0,2 ms); Cx = stimulation du cortex frontal contralatéral (10 à 15 V ; 0,2 à 0,5 ms).

A : Cellules activées spécifiquement par la stimulation du laryngé supérieur et par celle du cortex frontal.

B, C, D, E : Activations cellulaires pour les deux modalités de stimulation. A noter :

- en B, que les décharges unitaires sont assez pures sur l'enregistrement de gauche (5 superpositions), et mêlées à des potentiels évoqués sur l'enregistrement de droite ;
- en C, que la même cellule est activée (un seul potentiel d'action) par les deux modalités de stimulation ;
- en D et E, que la même unité répond différemment aux deux modalités de stimulation. On remarquera en outre en E que cette même cellule décharge spontanément.

Etalonnages d'amplitude : 200 μV en A, B et D ; 400 μV en C et E.

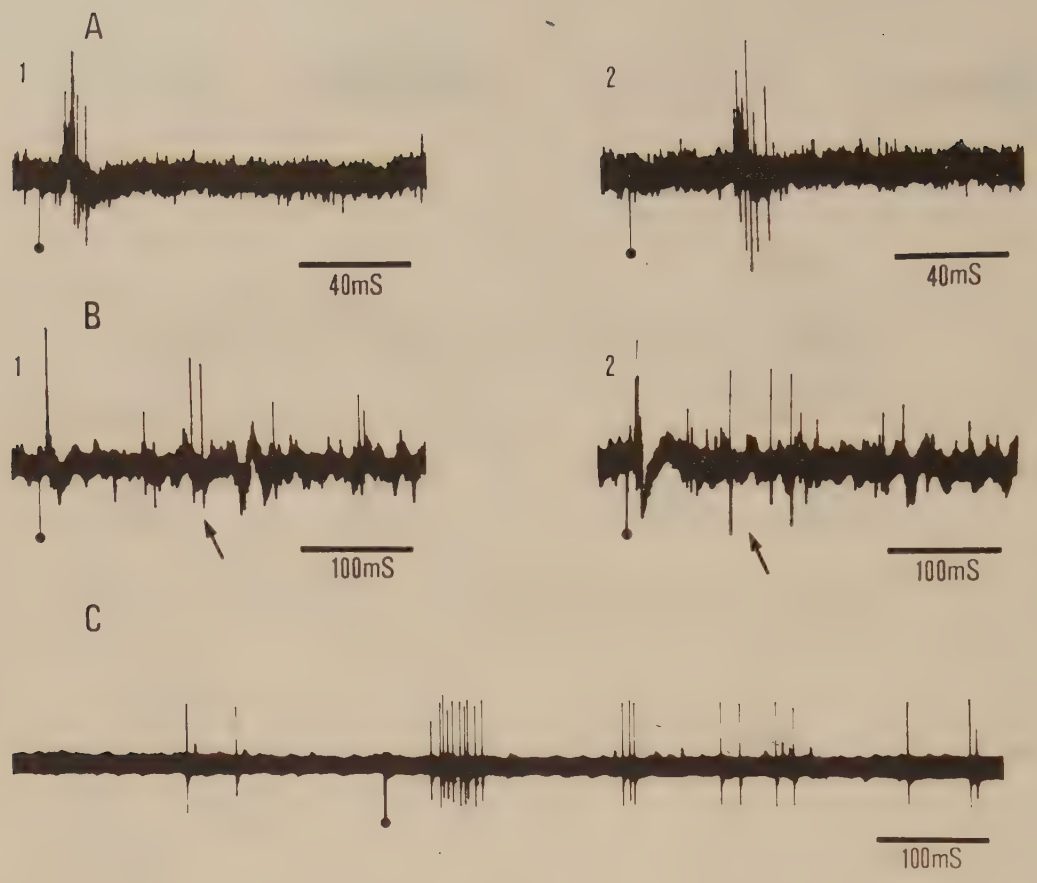


Fig. 37 - Activation tardive des cellules du cortex frontal.

A : Réception à 1 mm de profondeur (h = - 1000 µm). Décharges cellulaires recueillies au même point par stimulation (0,5 V ; 0,1 ms) du nerf laryngé supérieur homolatéral (1) et contralatéral (2). Noter la grande latence de la réponse en 2.

B : Réponses obtenues au même point (h = - 700 µm) par stimulation ipsilatérale du laryngé supérieur en 1, et du glossopharyngien en 2. On remarquera sur chaque tracé la présence d'une activation précoce (10 ms environ), et tardive (flèche).

C : Réception à h = - 1000 µm. Unité spontanée activée par stimulation (1 V ; 0,2 ms) du glossopharyngien homolatéral.

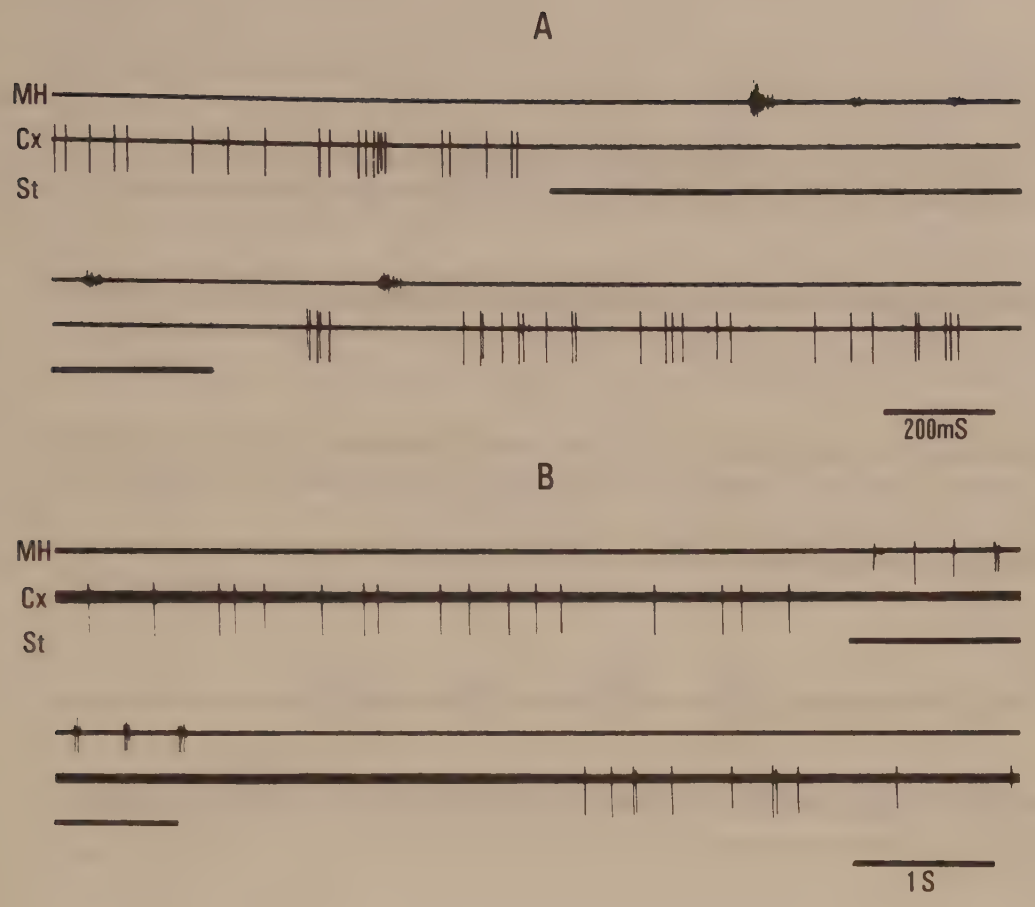


Fig. 38 - Inhibition de la décharge de cellules du cortex déglutiteur.

En A comme en B, les tracés se font suite sans recouvrement. MH = EMG du muscle mylohyoïdien (signal de déglutition) ; Cx = activité unitaire corticale ; St = stimulation.

A - Réception à h = 600 µm ; stimulation itérative du cortex frontal contralatéral (10 V ; 0,2 ms ; 60 c/s). Noter l'inhibition de l'activité spontanée de la cellule pendant la salve, et lors de la déglutition qui fait suite à la stimulation.

B - Réception à h = - 800 µm. Inhibition produite par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,1 ms ; 30 c/s).

On remarquera que l'effet se poursuit pendant plusieurs secondes après la fin de la salve.

Fig. 39 - Décharge cellulaire corticale facilitée par stimulation du nerf laryngé supérieur et inhibée par stimulation du cortex contralatéral.

Les tracés 1, 2 et 3 se font suite sans recouvrement.

St 1 = stimulation du laryngé supérieur (0,3 V ; 0,1 ms ; 50 c/s).
St 2 = stimulation du cortex contralatéral (12 V ; 0,2 ms ; 60 c/s).

MH et Cx : même signification que sur la figure 38.

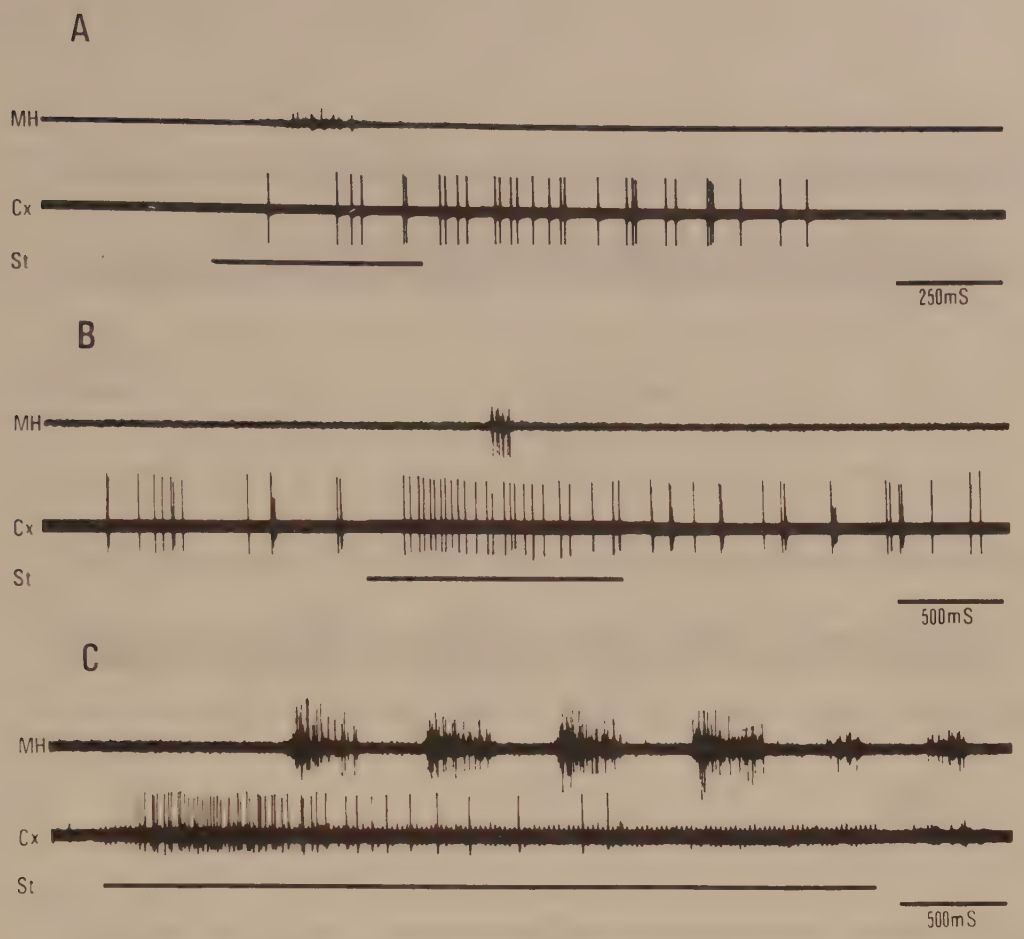


Fig. 40 - Activation des cellules du cortex frontal par stimulation itérative du nerf laryngé supérieur ou du cortex frontal contralatéral.

A : Réception à h = - 2 100 µm. Stimulation itérative du laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,1 ms ; 12 c/s). Noter l'activation cellulaire qui commence environ 130 ms après le début de la salve et se poursuit après la fin de la stimulation.

B : Réception à h = - 3 200 µm. Facilitation de l'activité spontanée par stimulation itérative du cortex frontal contralatéral (12 V ; 0,2 ms ; 80 c/s).

C : Réception à h = - 3 000 µm. Activation unitaire pendant une stimulation de longue durée du cortex frontal contralatéral. Noter que l'activation, importante au début de la salve, diminue dès les premières déglutitions (décharges EMG du mylohyoïdien) pour disparaître complètement avant la fin de la stimulation.

Symboles : même signification que pour les figures précédentes.

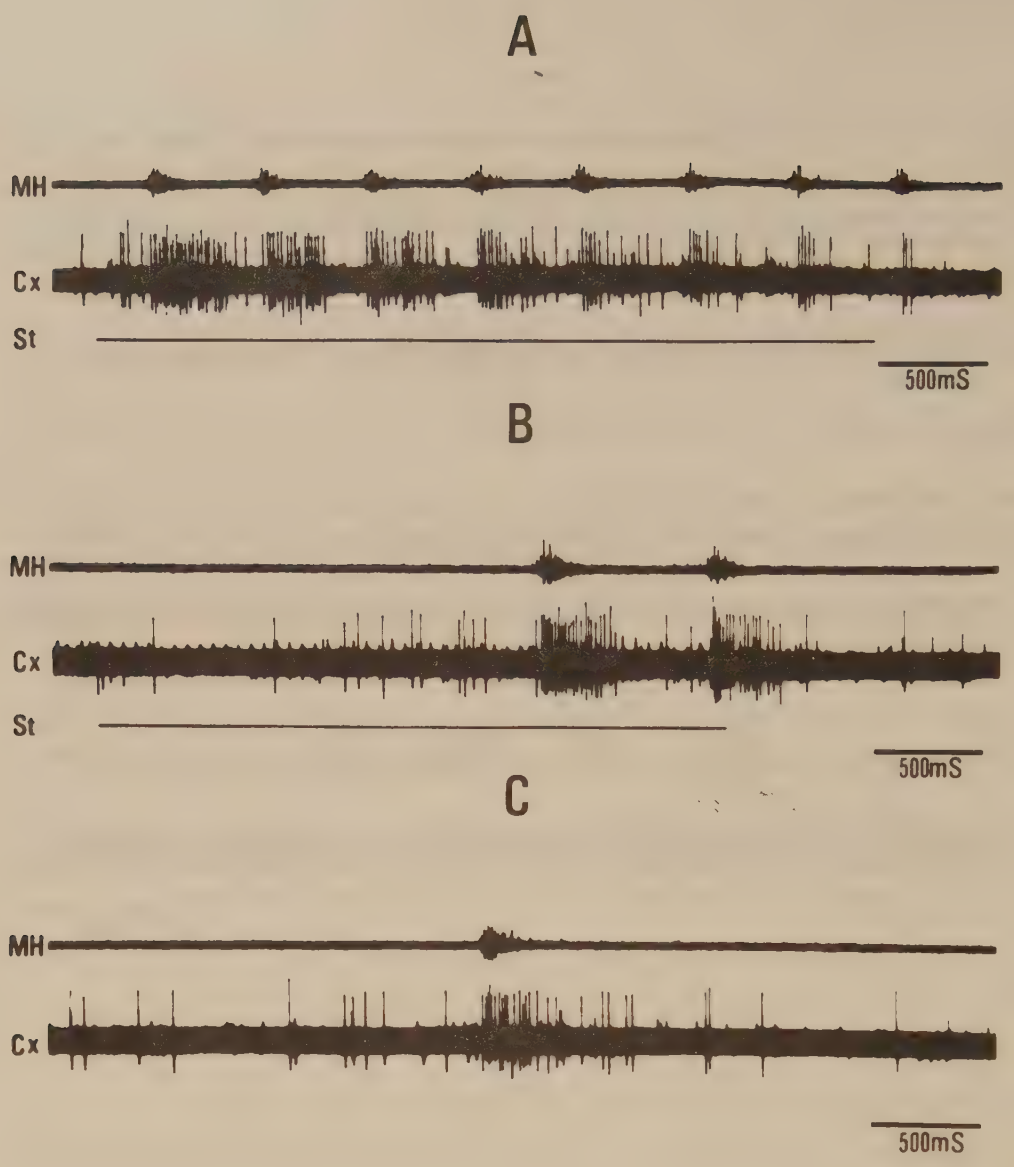


Fig. 41 - Cellule du cortex fronto-orbitaire activée pendant la déglutition.

Réception à h = - 1 200 µm.

A : Stimulation itérative du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,1 ms ; 10 c/s) produisant des déglutitions rythmiques (décharges EMG du muscle mylohyoïdien). On notera que chaque déglutition s'accompagne d'une décharge cellulaire dont l'importance (nombre de potentiels) décroît progressivement.

B : Stimulation itérative du cortex frontal contralatéral (12 V ; 0,2 ms ; 30 c/s). On remarquera la forte "activation déglutitrice" de la cellule.

C : Déglutition spontanée : noter la facilitation de la décharge cellulaire pendant la déglutition.

Symboles : même signification que pour les figures précédentes.

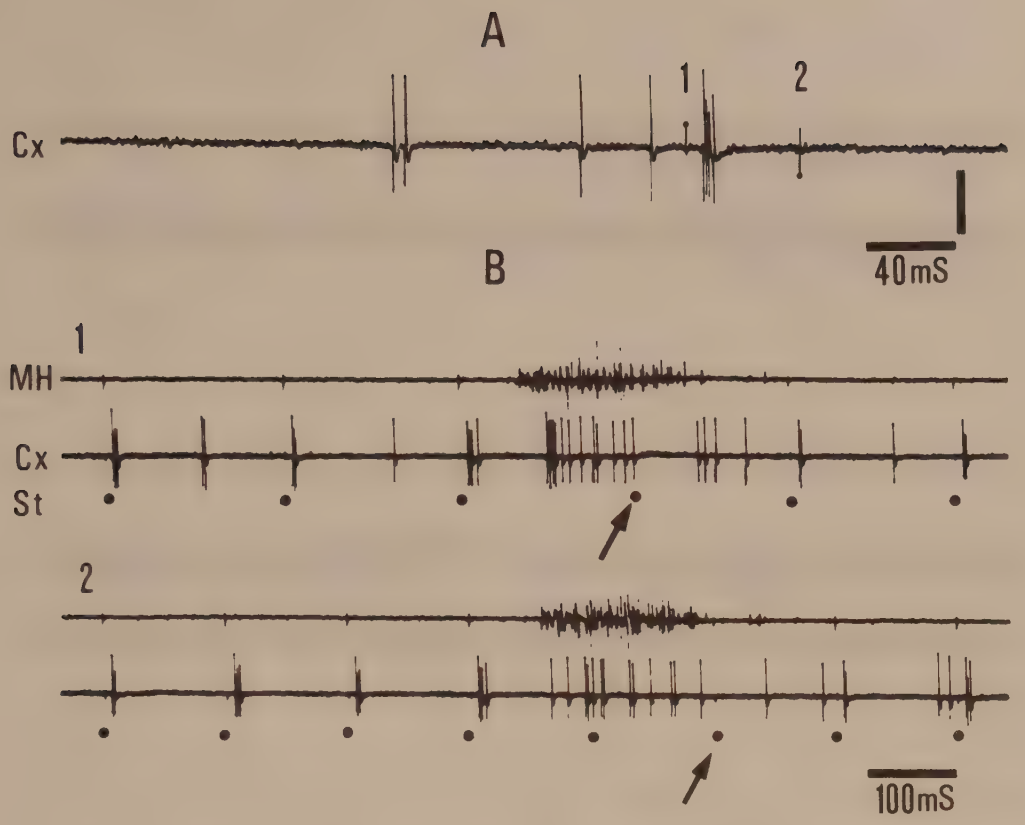


Fig. 42 - Cellule du cortex fronto-orbitaire activée coup pour coup par stimulation du nerf laryngé supérieur et déchargeant pendant la déglutition.

Réception à h = - 1 300 µm.

A : La stimulation par choc unique (0,2 V ; 0,2 ms) du nerf laryngé supérieur homolatéral (1) provoque une activation de la cellule (latence = 8 ms), alors que la stimulation du cortex frontal contralatéral (2) ne produit aucun effet.

B : Même cellule qu'en A enregistrée à un gain plus faible. Stimulation itérative du laryngé supérieur homolatéral à 5 c/s en 1, et à 8 c/s en 2 (artéfacts représentés par des points au dessous de la ligne de base). Noter que la cellule qui répond pour chaque choc de stimulation décharge également au moment de la déglutition (EMG du muscle mylohyoïdien). On remarquera (flèches) que certains chocs de stimulation sont inefficaces lorsqu'ils sont délivrés pendant la décharge "déglutitrice" de la cellule (phénomène d'occlusion).

Symboles : même signification que pour les figures précédentes.

Etalonnage d'amplitude : 400 µV.

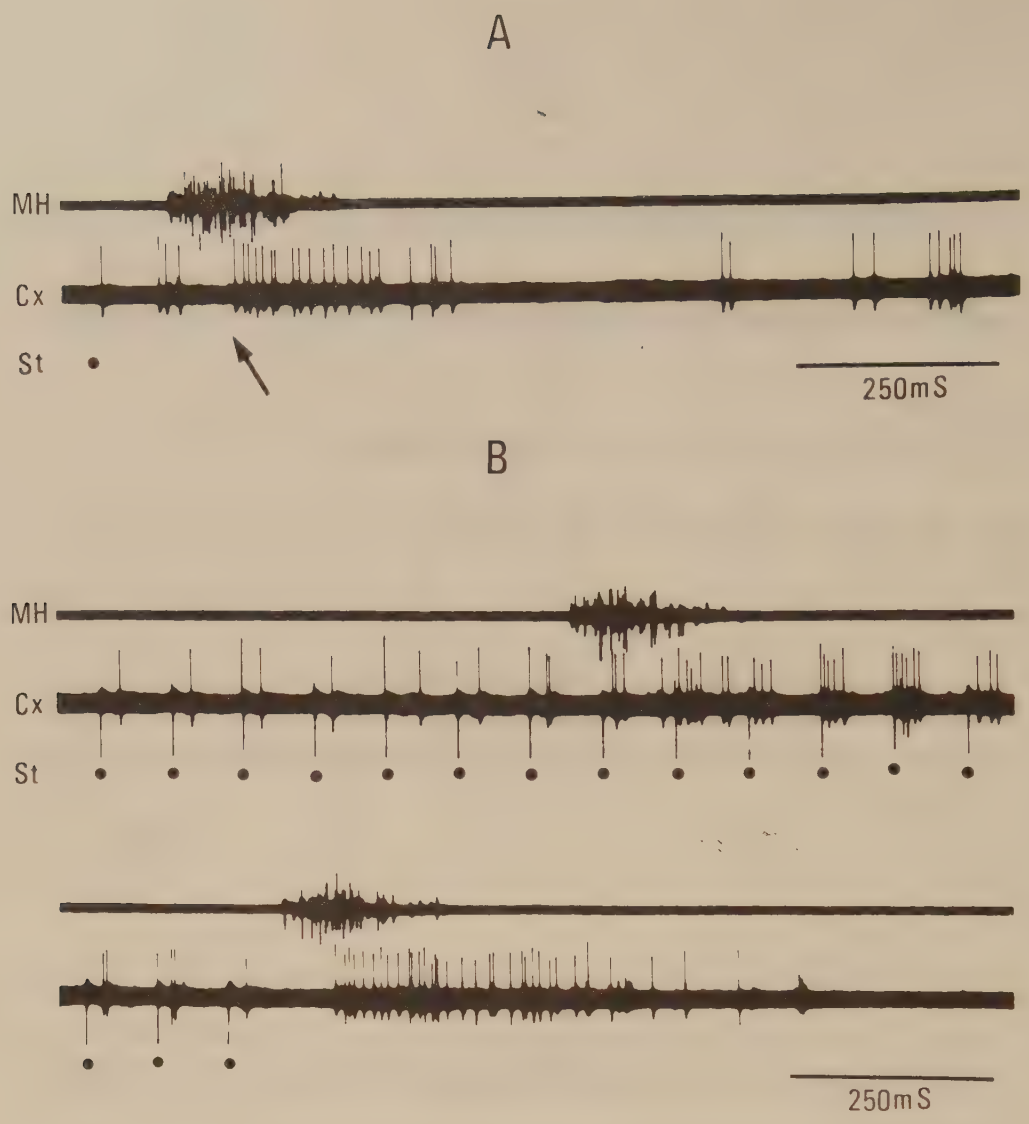


Fig. 43 - Cellule du cortex fronto-orbitaire activée coup pour coup par stimulation du nerf laryngé supérieur et du cortex contralatéral, et déchargeant pendant la déglutition.

A : Stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,1 ms) produisant une déglutition (EMG du muscle mylohyoïdien). On notera l'apparition successive d'une "activation initiale" (1 spike), d'une décharge plus tardive due vraisemblablement aux réflexes élémentaires, et d'une "activation déglutitrice" plus importante (flèche) qui débute pendant la déglutition et se prolonge quelque temps après.

B : Même cellule qu'en A. Les tracés se suivent sans recouvrement. Stimulation de la zone déglutitrice du cortex contralatéral à fréquence basse. Noter la présence d'une décharge (1 à 2 spikes) pour chaque choc de la salve, et d'une "activation déglutitrice" (surtout visible sur le tracé du bas) semblable à celle observée en A (légèrement plus longue cependant).

Symboles : même signification que pour les figures précédentes.

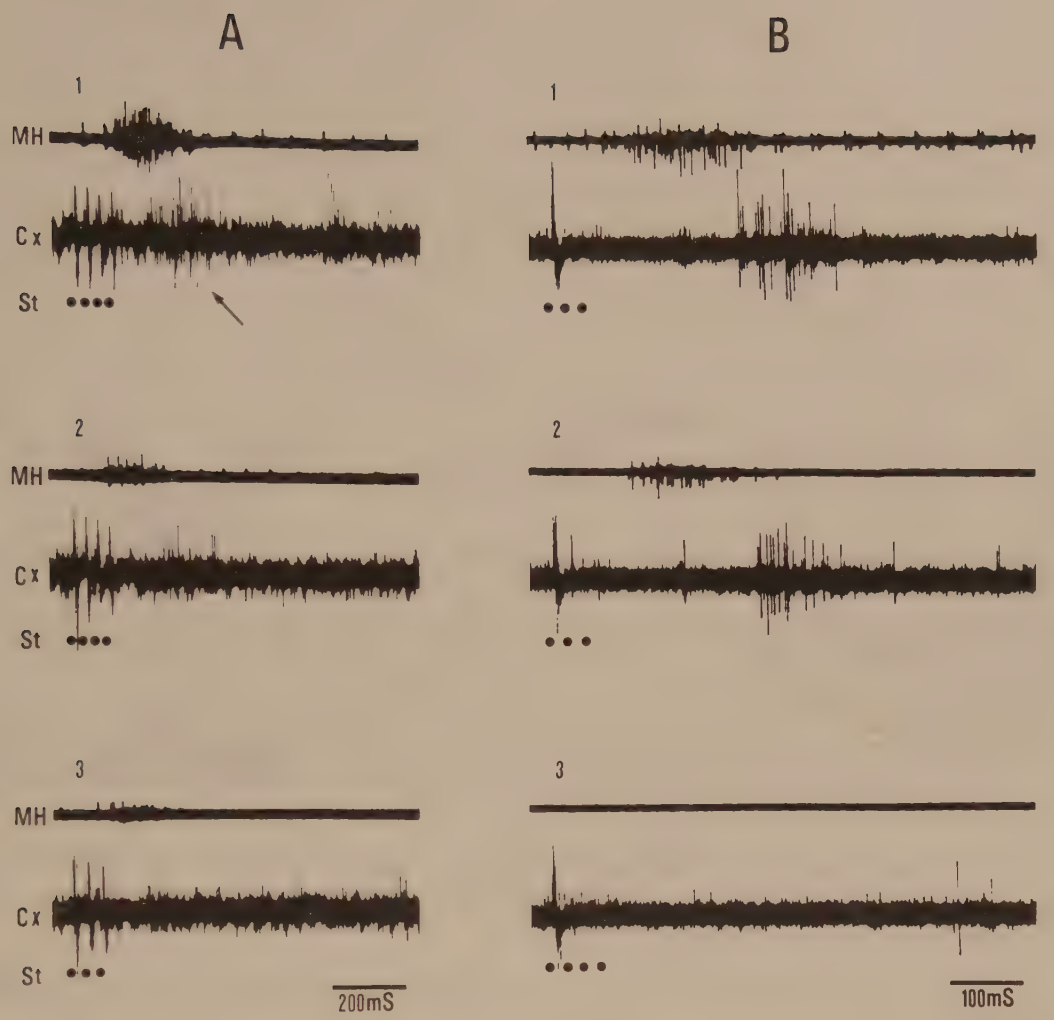


Fig. 44 - Effet de la curarisation sur l'activité déglutitrice des neurones corticaux.

A et B : Enregistrements polyunitaires effectués chez des animaux différents.

A : Réception à h = - 1 300 µm. 1 : stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral par courte salve (4 chocs à 40 c/s). On remarquera la présence d'une "activation initiale" pour chaque choc de stimulation et d'une "activation déglutitrice" (flèche). 2 et 3 : effet de la curarisation. A noter que la "décharge déglutitrice" est moins importante en 2, et presque complètement abolie en 3, alors que l'"activation initiale" est toujours présente.

B : Niveau de réception indéterminé. Même phénomène qu'en A, mais la curarisation est plus profonde. On remarquera la disparition complète de l'"activation déglutitrice" en 3.

Symboles : même signification que pour les figures précédentes.

Fig. 45 - Relais thalamique des projections ascendantes du nerf laryngé supérieur.

Les enregistrements A, B et C ont été obtenus chez des animaux différents. La localisation du relais laryngé est indiquée sur le schéma par un cercle noir. (Pour l'identification des structures voir la légende de la figure 21).

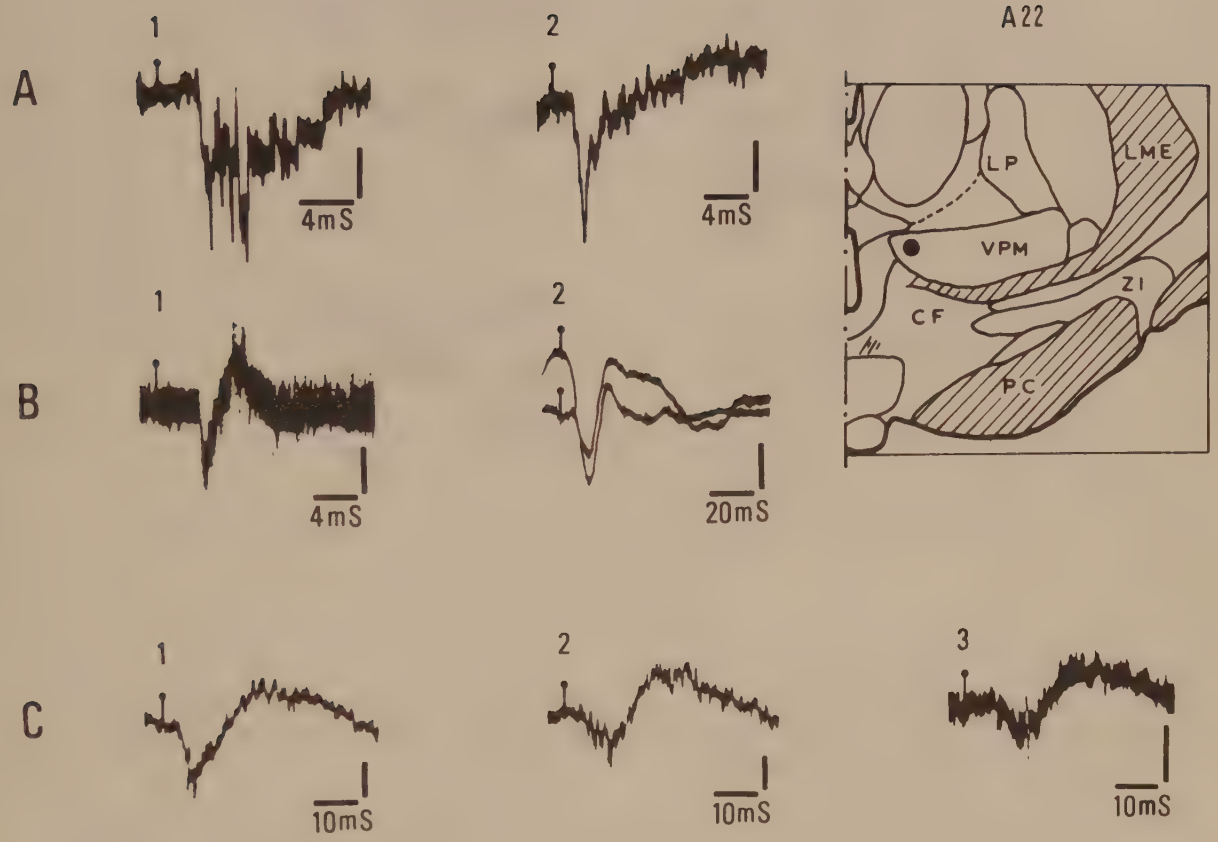
A : Potentiels évoqués dans le noyau ventro-postéro-médian (VPM) par stimulation homolatérale du nerf laryngé supérieur (0,5 V ; 0,1 ms) en 1, et de la zone déglutitrice du cortex frontal (5 V ; 0,1 ms) en 2.

B : 1 - Potentiels évoqués dans le VPM par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (5 superpositions) ; 2 : potentiels évoqués sur le cortex frontal homolatéral par stimulation du VPM (2 V ; 0,1 ms).

C : Activités recueillies dans la même région du VPM par stimulation homolatérale du laryngé supérieur (1), du glossopharyngien (2) et du vague cervical (3).

On notera : en A1, B1, C1, C2 la brièveté de la latence des réponses ; en A2, B2, la liaison directe entre le VPM et le cortex frontal ; en C, le voisinage des zones de projection thalamique du laryngé supérieur, du glossopharyngien et du vague.

Etalonnage d'amplitude : 50 µV en A et C ; 100 µV en B.


A
1
4mS
2
4mS
A22
LP
LME
VPM
ZI
CF
PC
B
1
4mS
2
20mS
C
1
10mS
2
10mS
3
10mS

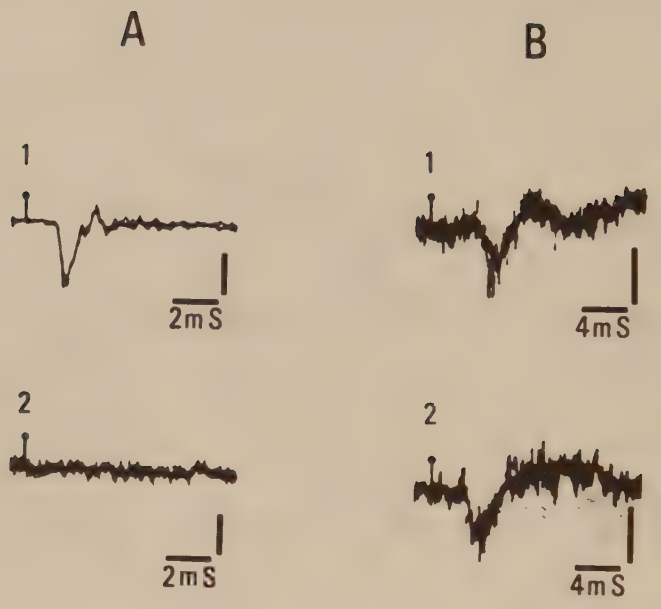


Fig. 46 - Rapports entre la région parasolitaire bulbaire et le relais thalamique du nerf laryngé supérieur.

A : Réception dans la région du faisceau solitaire bulbaire 3 mm en avant de l'obex. 1 : stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,2 V ; 0,2 ms) ; 2 : stimulation du VPM (5 V ; 0,2 ms). On remarquera la faible latence de la réponse en 1, et l'absence de réponse en 2.

B : Même animal qu'en A. Réception dans le VPM. 1 : stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,2 V ; 0,2 ms) ; 2 : stimulation du faisceau solitaire bulbaire (2 V ; 0,2 ms). Noter la faible différence de latence entre les deux réponses.

Etalonnage d'amplitude : 100 µV en A ; 50 µV en B.

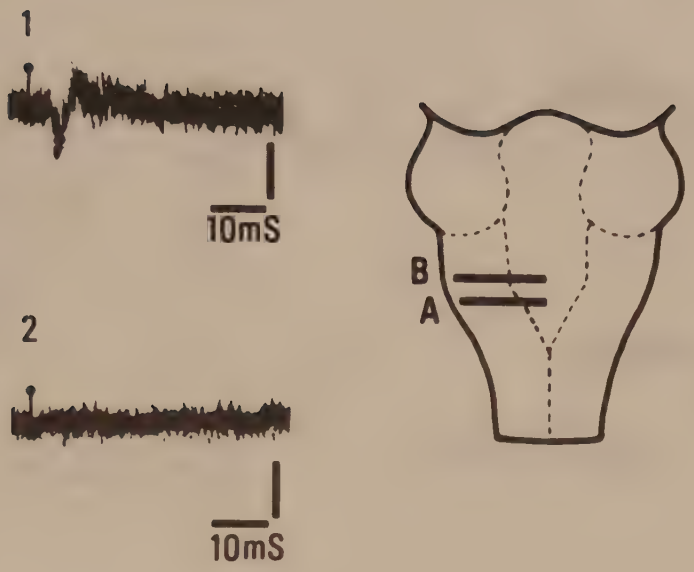


Fig. 47 - Effet de sections transversales d'un hémi-bulbe sur le potentiel évoqué dans le VPM par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral.

La figure représente l'emplacement des sections effectuées.

1 : Potentiels évoqués (5 superpositions) dans le VPM par stimulation du laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,1 ms). La réponse n'est pas modifiée par la section A (4 mm en avant de l'obex).

2 : Disparition du potentiel évoqué après la section B (6 mm en avant de l'obex). Voir les commentaires dans le texte.

Etalonnage d'amplitude : 50 μV.

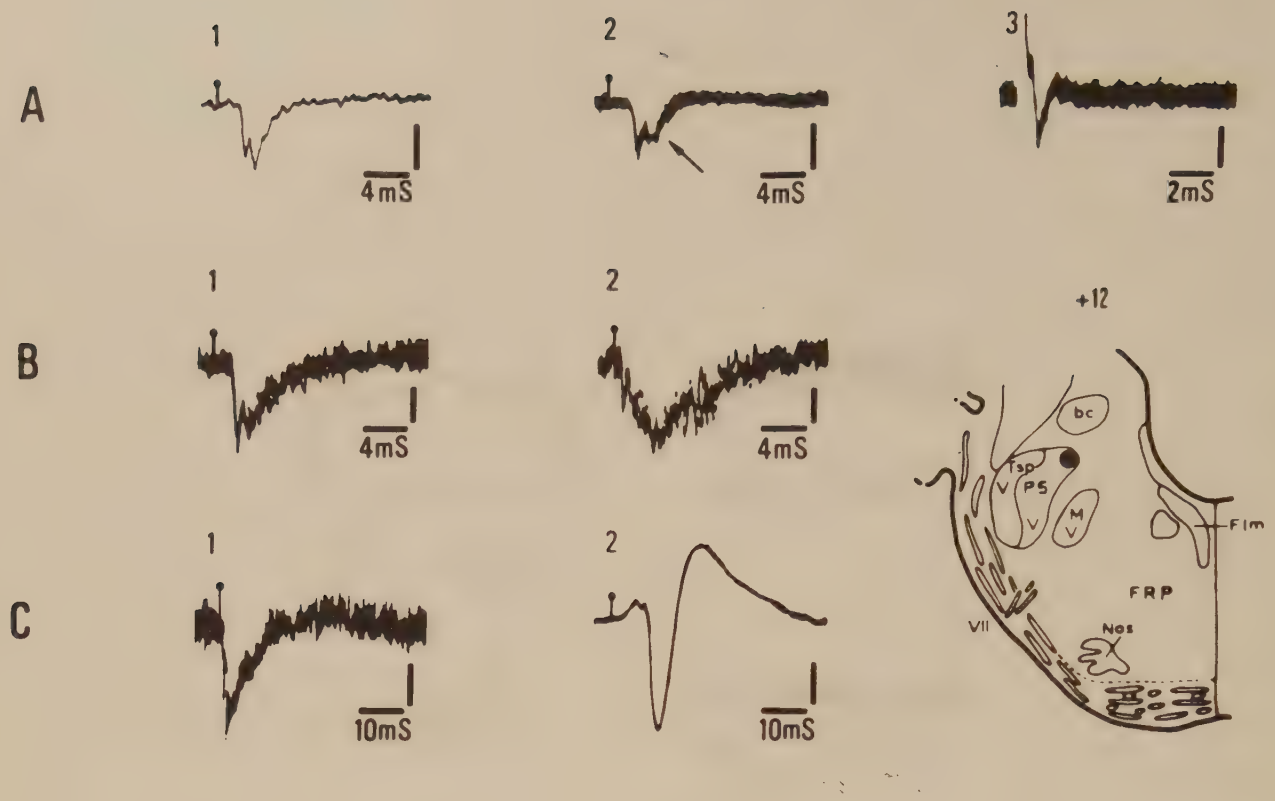


Fig. 48 - Relais pontique des afférences du nerf laryngé supérieur.

Les enregistrements A, B, C ont été effectués chez des animaux différents. L'emplacement du relais pontique des afférences laryngées est représenté sur le schéma par un cercle noir (hémi-coupe transverse du pont, 12 mm en avant de l'obex). PSV = nucleus principalis sensibilis n. trigemini ; MV = nucleus motorius n. trigemini ; TspV = tractus spinalis n. trigemini ; FRP = formatio reticularis pontis ; NOS = nucleus olivaris superior ; VII = radices n. facialis ; Flm = fasciculus longitudinalis medialis; BC = brachium conjunctivum.

A : Réception dans le relais pontique. 1 : stimulation du laryngé supérieur homolatéral par choc unique (0,2 V ; 0,1 ms) ; 2 : stimulation du nerf à 100 c/s ; 3 : stimulation du VPM homolatéral à 100 c/s. Noter : en 2, la diminution d'amplitude de la deuxième composante du potentiel évoqué (flèche), et en 3, la présence d'une réponse antidromique. L'épaississement de la ligne de base en 2 et 3 est dûe à la superposition d'un grand nombre de réponses.

B : Potentiels évoqués dans le relais pontique (5 superpositions) par stimulation homolatérale (0,5 V ; 0,1 ms) des nerfs laryngé supérieur (1), et glossopharyngien (2). On remarquera la faible latence des réponses.

C : 1 : potentiel évoqué dans le relais pontique par stimulation du laryngé supérieur homolatéral. 2 : potentiel évoqué sur le cortex frontal (foyer déglutiteur) par stimulation (1 V ; 0,2 ms) de la zone où a été enregistrée la réponse précédente.

Etalonnage d'amplitude : 200 µV en A ; 50 µV en B et C1 ; 100 µV en C2.

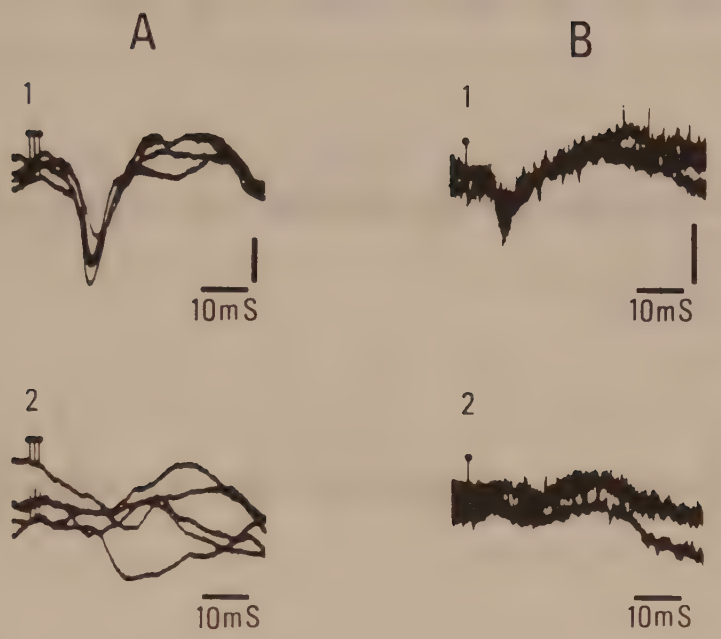


Fig. 49 - Effet de la coagulation modérée du relais pontique sur les projections ascendantes du nerf laryngé supérieur.

A et B : enregistrements effectués chez des animaux différents.

A : Potentiels évoqués sur le cortex frontal par stimulation du laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,2 ms ; 3 chocs). 1 : tracé témoin (5 superpositions); 2 : après coagulation du relais pontique.

B : Potentiels évoqués dans le VPM (3 superpositions) par stimulation du laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,1 ms) avant (1) et après (2) coagulation du relais pontique.

On notera la disparition des réponses témoins en A2 et B2.

Etalonnage d'amplitude : 100 µV en A ; 50 µV en B.

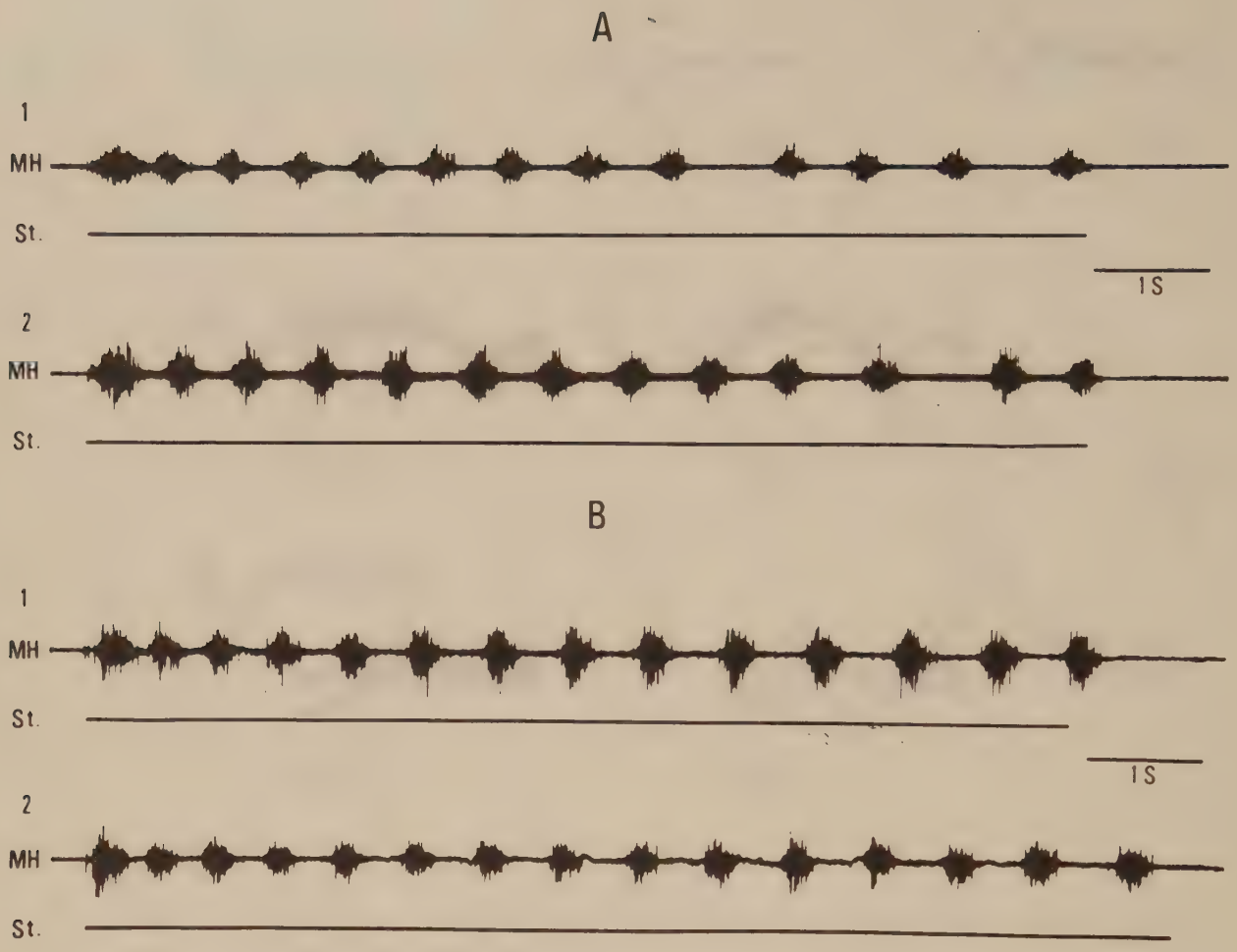


Fig. 50 - Déglutitions rythmiques produites par stimulation du pont.

Les enregistrements A et B ont été effectués chez des animaux différents.

A : Déglutitions rythmiques provoquées par une stimulation de longue durée : en 1, du nerf laryngé supérieur (0,5 V ; 0,1 ms ; 30 c/s), et en 2, du relais pontique des afférences laryngées (2 V ; 0,1 ms ; 30 c/s).

B : Même phénomène qu'en A. 1 : stimulation du faisceau solitaire bulbaire (2 V ; 0,2 ms ; 30 c/s) ; 2 : stimulation du relais pontique avec les mêmes paramètres.

On notera la similitude des réponses obtenues par stimulation du nerf et du pont d'une part, et par stimulation du faisceau solitaire et du pont d'autre part.

MH : Activité EMG du muscle mylohyoïdien (signal de déglutition) ; St : stimulation.

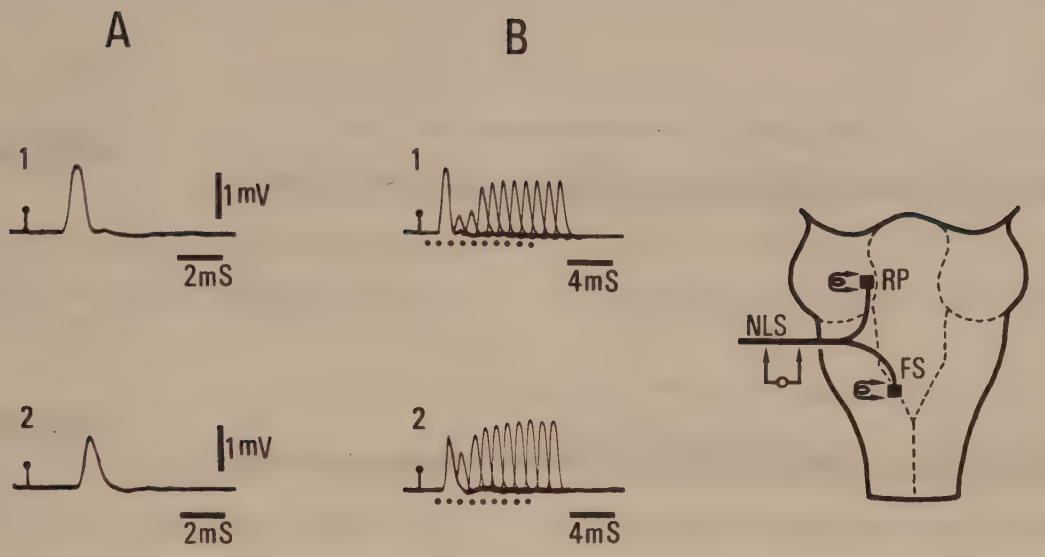


Fig. 51 : Réponses globales antidromiques recueillies sur le nerf laryngé supérieur lors de la stimulation du relais pontique et du faisceau solitaire bulbaire.

Tous les tracés ont été obtenus chez le même animal. Le schéma représente le dispositif expérimental. NLS : nerf laryngé supérieur ; RP : relais pontique des afférences du NLS ; FS : faisceau solitaire bulbaire.

A : Potentiel d'action global monophasique enregistré sur le NLS lors d'une stimulation avec une intensité maximale (8 V ; 0,2 ms) du FS (1) et du RP (2). Noter la faible différence d'amplitude et de latence entre les deux réponses.

B : Stimulation combinée du FS et du RP : effet de la diminution progressive du délai interchocs. En 1, la stimulation du FS (artéfact vers le haut) précède la stimulation pontique (artéfact représenté par un point au-dessous de la ligne de base). Noter la diminution d'amplitude de la réponse pontique pour les intervalles interchocs très courts (phénomène de réfractorité). En 2, les conditions de stimulation sont inversées : on remarquera ici aussi la diminution d'amplitude de la réponse bulbaire qui est cependant moins importante que dans le cas précédent.

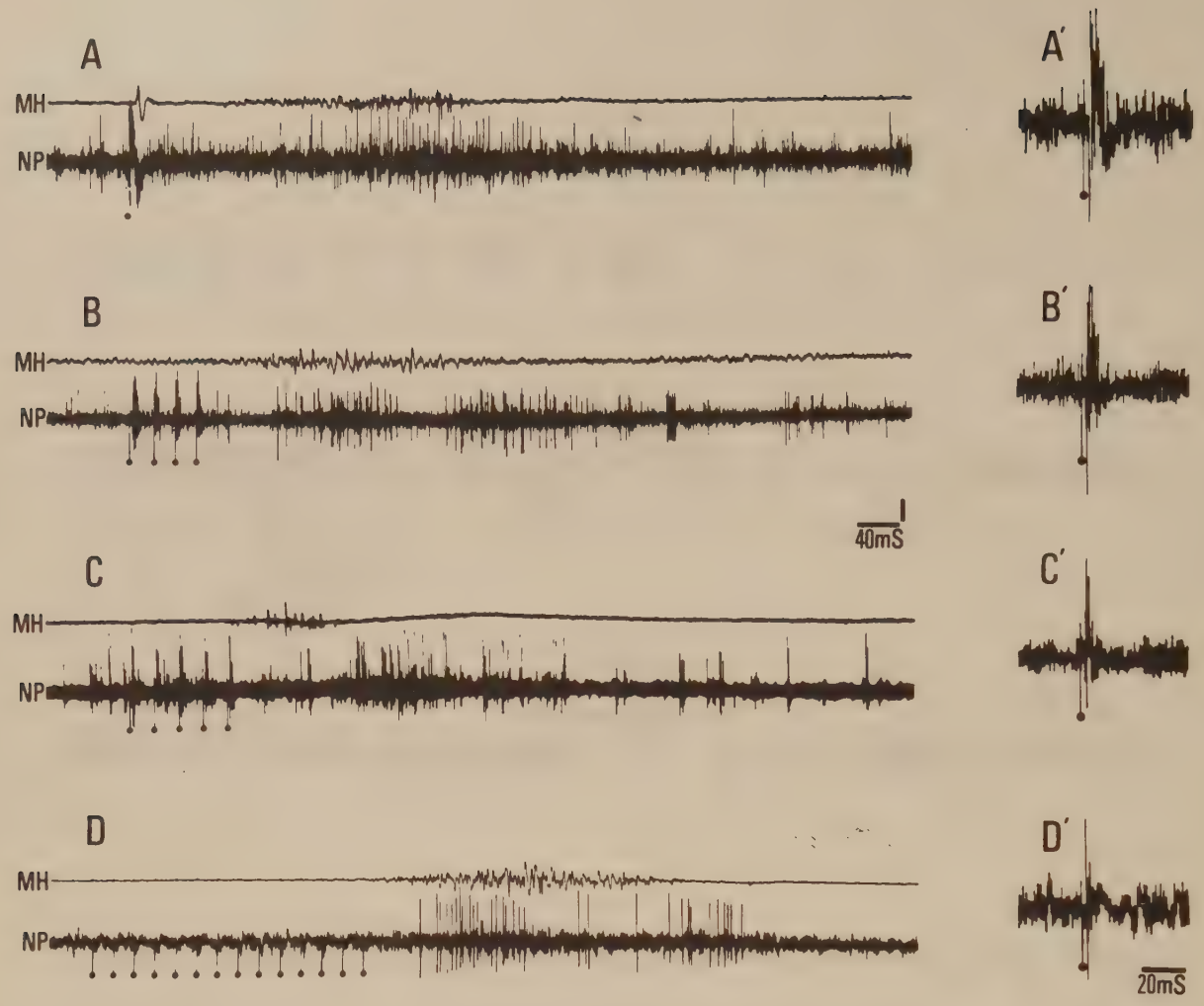


Fig. 52 - Activation des neurones pontiques lors d'une déglutition produite par stimulation du nerf laryngé supérieur.

A, B, C et D : enregistrements obtenus sur des animaux différents. Stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,2 ms) avec 3 chocs à 1000 c/s en A, et avec des salves à basse fréquence (30 à 50 c/s) en B, C et D. Noter pour chaque tracé la présence d'une décharge plus ou moins polyunitaire en une ou deux bouffées ("activation déglutitrice") qui est contemporaine de l'EMG du muscle mylohyoïdien, ou qui le suit légèrement. Etalonnages valables pour tous les tracés (amplitude : 400 µV).

A', B', C', D' : "Activation initiale" des mêmes neurones pontiques lors de la stimulation par choc unique du nerf laryngé supérieur homolatéral (A', B', C') et du nerf glossopharyngien homolatéral (D'). Noter la faible latence des réponses.
MH : EMG du muscle mylohyoïdien (signal de déglutition) ; NP : Décharge des neurones pontiques.

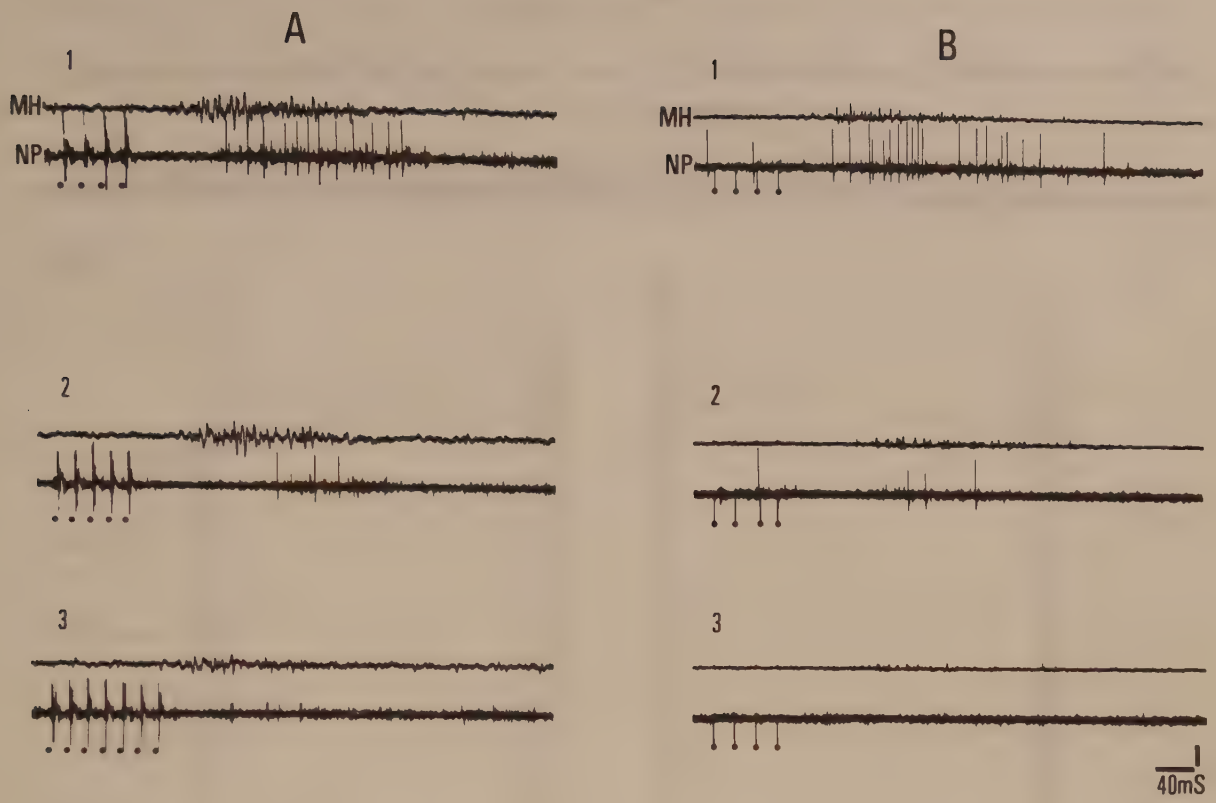


Fig. 53 - Effet de la curarisation sur l'activité déglutitrice des neurones pontiques.

Les tracés A et B représentent l'activité de deux neurones pontiques situés dans le relais des afférences du nerf laryngé supérieur.

1 : Tracés témoins : effet de la stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (0,5 V ; 0,2 ms ; 60 c/s). Noter :

- l'activation précoce du neurone A par chaque choc de stimulation (le neurone B était activé par stimulation du glossopharyngien) ;
- la présence d'une "activation déglutitrice" contemporaine de la décharge EMG du muscle mylohyoïdien.

2 et 3 : Effet de la curarisation. On remarque que l'activité déglutitrice des deux neurones décroît en 2, et disparaît complètement en 3, alors que l'activation initiale du neurone A persiste.

Symboles : même signification que pour la figure 52 ; étalonnages valables pour tous les tracés (amplitude 200 µV).

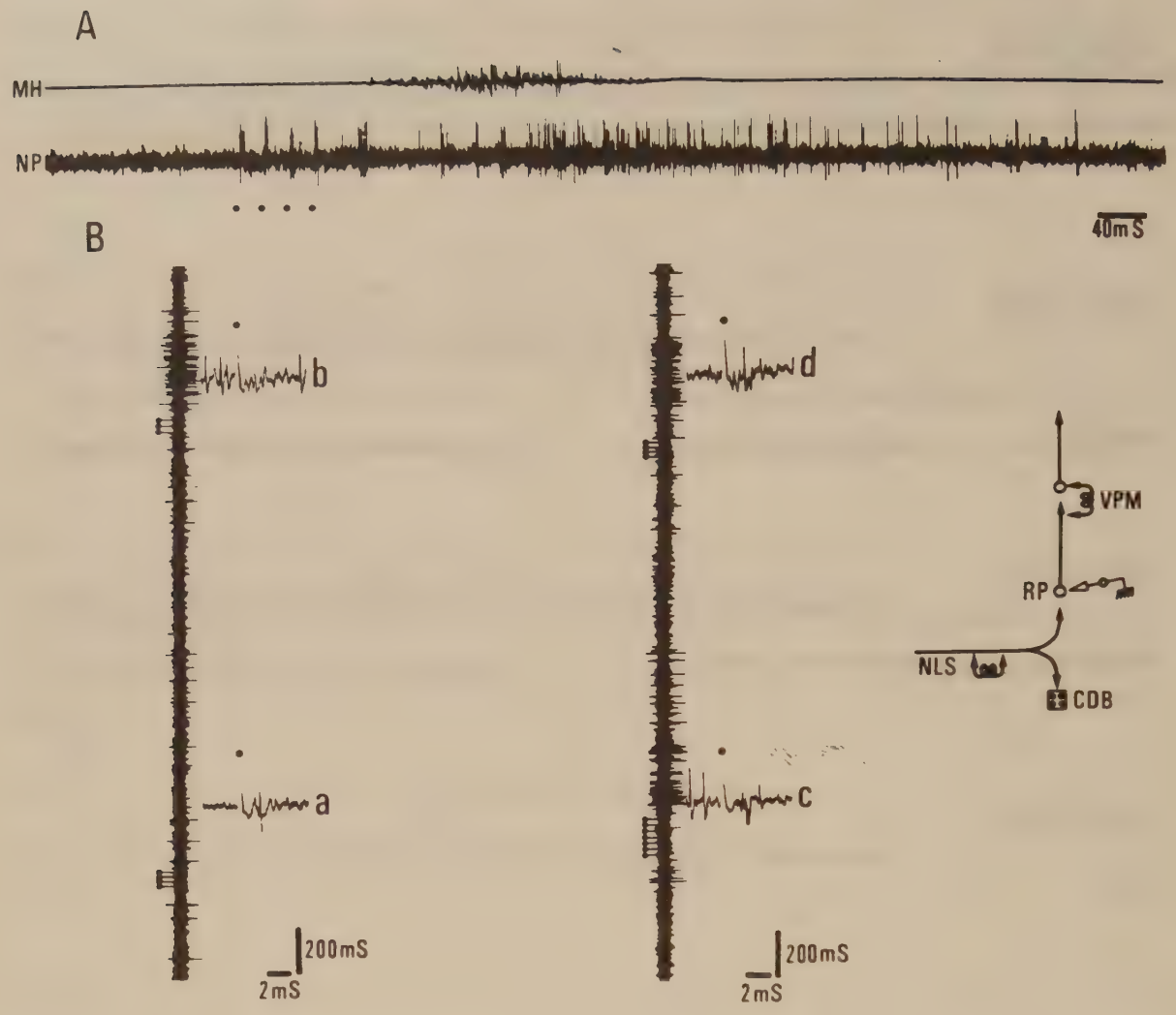


Fig. 54 - Envahissement antidromique d'un neurone de relais pontique par stimulation du relais thalamique des afférences laryngées.

Le dispositif expérimental est représenté sur le schéma: VPM : noyau ventro-postéro-médian du thalamus ; RP : relais pontique ; CDB : centre déglutiteur bulbaire ; NLS : nerf laryngé supérieur.

A : "Activation déglutitrice" du neurone pontique (NP) lors d'une stimulation itérative à 50 c/s du NLS homolatéral.

B : Stimulation du thalamus pendant la décharge déglutitrice du neurone. Lire les tracés de bas en haut et de gauche à droite. L'activité du neurone pontique est représentée à 2 vitesses de balayage différentes (voie verticale : stimulation itérative du laryngé supérieur ; voie horizontale : stimulation du relais thalamique par choc unique).

On remarquera la présence d'un potentiel d'action antidromique provoqué par stimulation thalamique en a et d, et l'absence de réponse en b et c, lorsqu'une décharge orthodromique du neurone se produit juste avant le choc de stimulation (phénomène de collision).

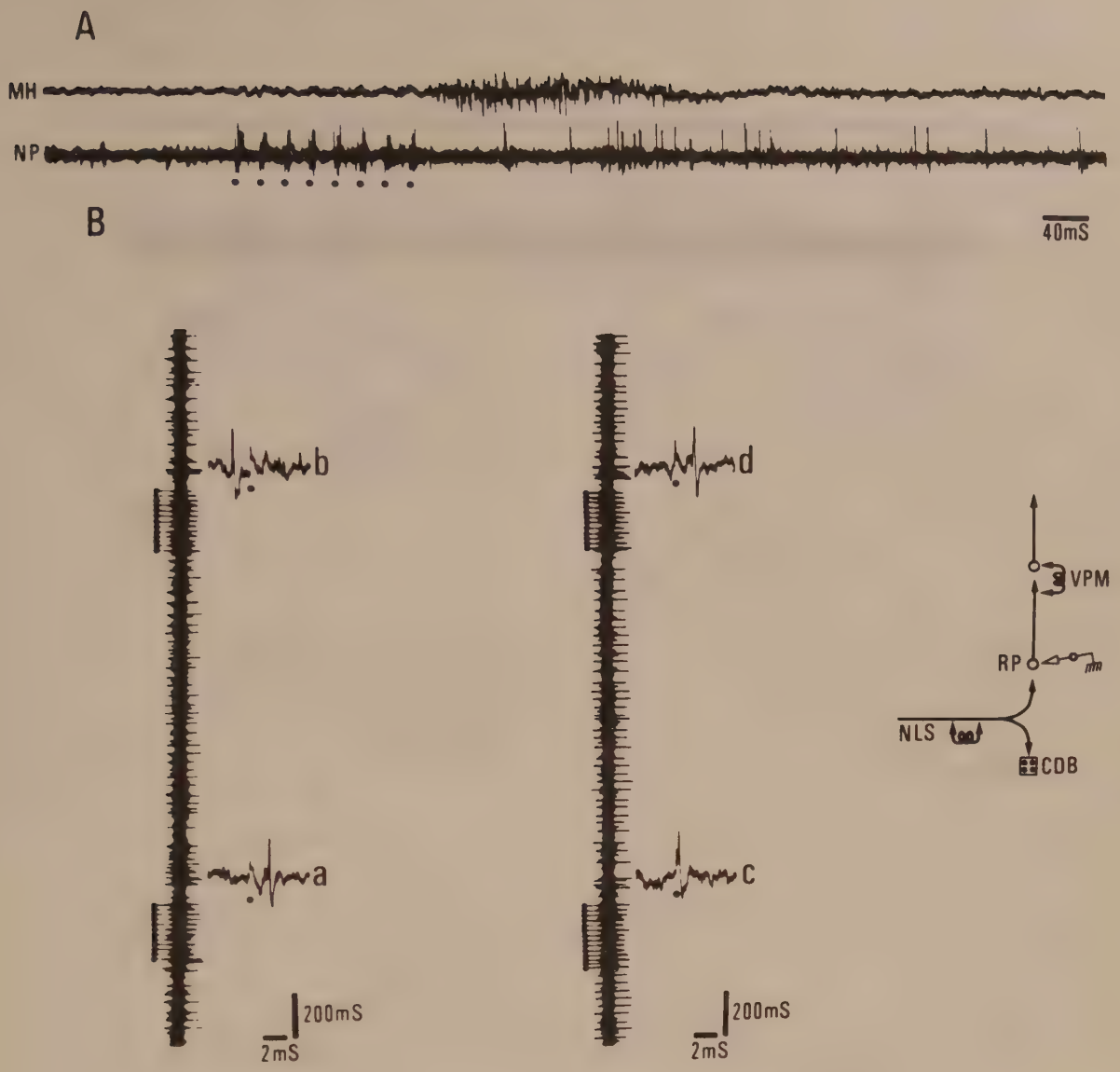


Fig. 55 - Même légende que la figure 54.

Ici cependant la décharge "déglutitrice" du neurone (A) est de faible importance.

On notera en b et c la collision entre le potentiel d'action antidromique provoqué par la stimulation du relais thalamique et le potentiel orthodromique de la décharge déglutitrice.

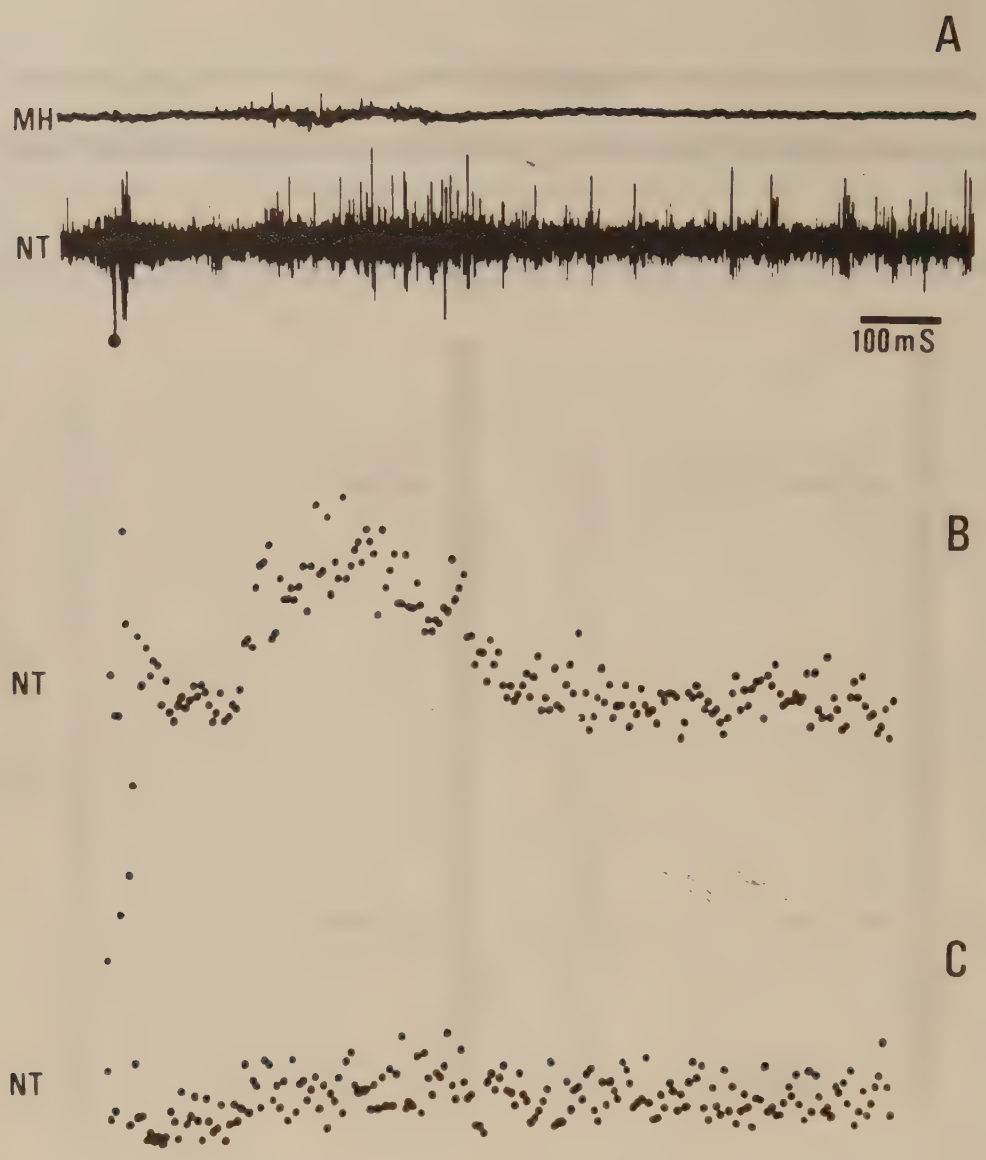


Fig. 56 - Activité des neurones thalamiques durant la déglutition.

Réception dans le noyau ventro-postéro-médian du thalamus (plan A 23).

MH : activité EMG du muscle mylohyoïdien.

NT : activité de neurones thalamiques recueillie avec une fine électrode bipolaire de 0,4 mm de diamètre.

A : Déglutition produite par stimulation du nerf laryngé supérieur homolatéral (3 chocs à 1000 c/s). Noter sur la dérivation NT la présence d'une activation de courte latence (5 ms environ) et d'une décharge polyunitaire plus tardive contemporaine du stade bucco-pharyngé de la déglutition.

B et C : Action du curare sur l'"activation déglutitrice". Les courbes ont été obtenues en sommant 20 décharges déglutitrices sur sélecteur multicanaux avant (B) et après (C) curarisation complète de l'animal. On notera l'absence de réponse en C.

Fig. 57 - Localisation des neurones déglutiteurs bulbaires entre les plans transverses + 2 (2 mm en avant de l'obex) et + 4. (D'après JEAN, 1972a).

Noter qu'il existe dans chaque plan une double localisation : autour du faisceau solitaire (neurones précoces et tardifs) et dans la région du noyau ambigu (neurones précoces essentiellement).

Pour les abréviations sur les structures, voir la légende de la figure 28.

Fig. 58 - Effet de la stimulation corticale sur l'activité des neurones déglutiteurs précoces

Les enregistrements A, B et C correspondent à l'activité de trois neurones différents situés dans la région du noyau du faisceau solitaire (A et B) et du noyau ambigu (C).

Pour chaque neurone : 1 = "Activation déglutitrice" produite par stimulation du nerf laryngé supérieur avec des trains de chocs à 1000 c/s en A (3 chocs), et à 30 c/s en B et C (artéfacts représentés par des points); 2 = "Activation initiale" par stimulation du laryngé supérieur (choc unique) ; 3 = Effet de la stimulation corticale (10 V ; 0,2 ms.Choc unique en A et B, courte salve en C). *On notera* : la faible latence de l'"activation initiale" des neurones ; la présence d'une activation par stimulation corticale en A et B (5 ms de latence environ) ; l'absence de réponse en C, pour une stimulation corticale avec 5 chocs à 1000 c/s.

MH : EMG du muscle mylohyoïdien.

NB : Activité des neurones déglutiteurs bulbaires.

Etalonnages de temps valables également en A et B.

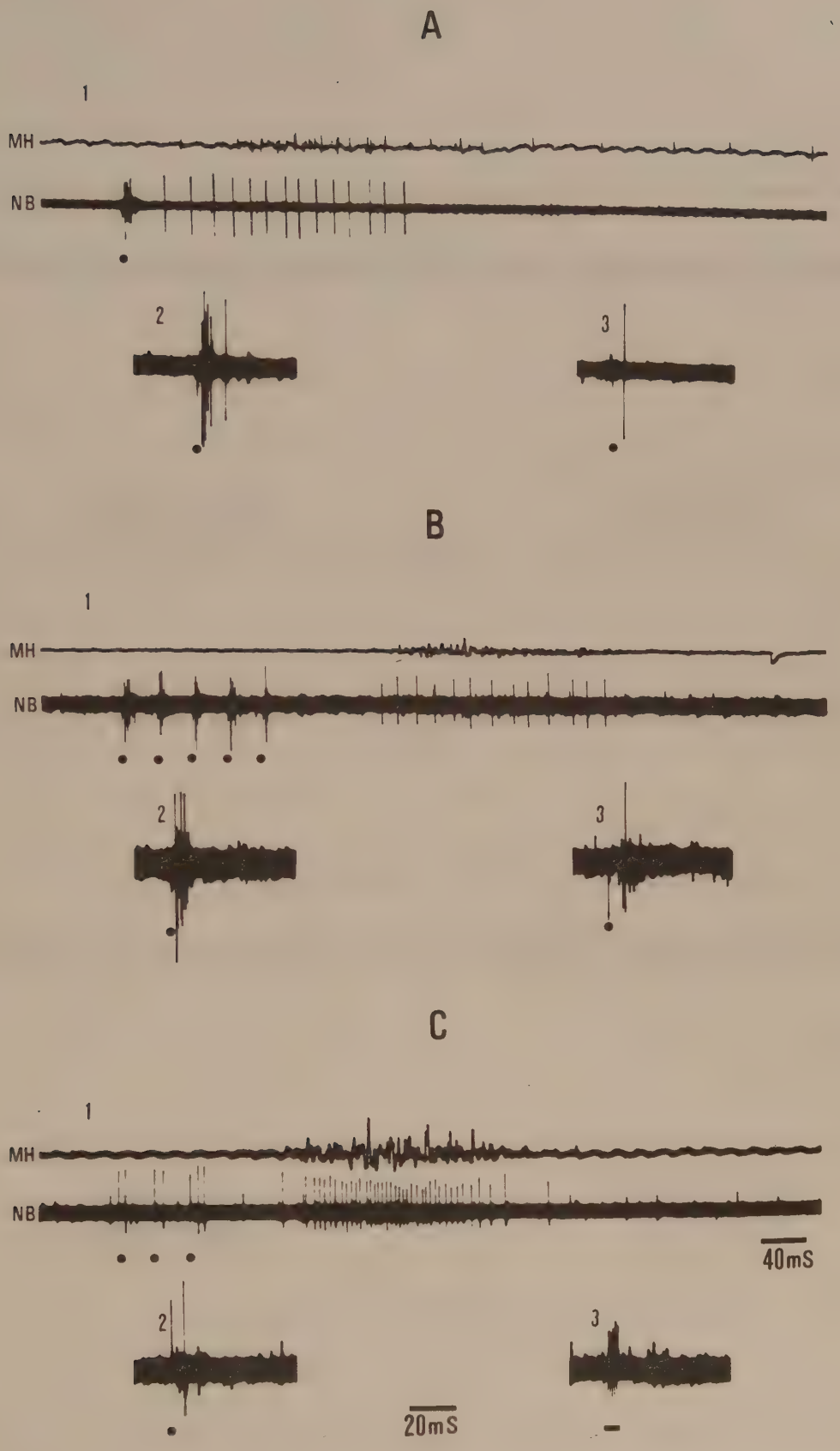

A
1
MH
NB
2
3
B
1
MH
NB
2
3
C
1
MH
NB
40mS
2
3
20mS

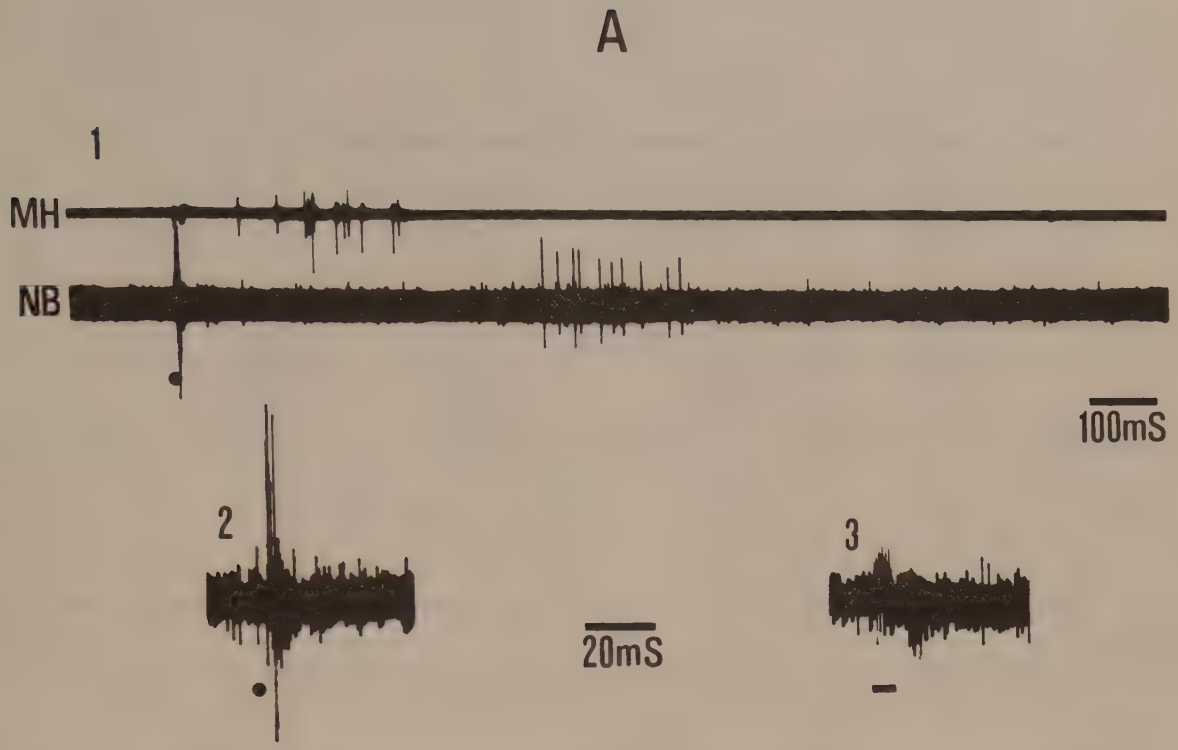
Fig. 59 - Effet de la stimulation corticale sur l'activité des neurones déglutiteurs tardifs et très tardifs.

Les tracés A et B représentent les activités de neurones déglutiteurs qui déchargent lors du stade oesophagien de la déglutition, respectivement pendant la contraction de l'oesophage cervical et celle de l'oesophage thoracique.

Pour chaque enregistrement : 1 = "Activation déglutitrice" par stimulation du nerf laryngé supérieur (3 chocs espacés de 1 ms en A ; 6 chocs à 30 c/s en B) ; 2 = "Activation initiale" par stimulation (choc unique) du laryngé supérieur en A, et du vague cervical en B ; 3 = Effet de la stimulation corticale (5 chocs espacés de 1 ms).

On notera en A comme en B l'absence d'activation par stimulation de la zone déglutitrice du cortex frontal.

Les symboles sont identiques à ceux de la figure 58.


A
1
MH
NB
100mS
2
3
20mS
B
1
MH
NB
200mS
2
3
20mS

	N. precoces (NFS)	N. tardifs (NFS)	N. trés tardifs (NFS)	N. précoces (N A)
nb N. 124	56	16	5	47
AC	47	6	0	14
latence AC	5–8 ms	10–12 ms	—	10–16 ms

Fig. 60 - Tableau récapitulatif des effets produits par la stimulation corticale sur les différents types de neurones déglutiteurs.

N = Neurones déglutiteurs ; nbN = nombre total de neurones étudiés ; AC = activation corticale ; NFS = noyau du faisceau solitaire ; NA = noyau ambigu et réticulée voisine.

A noter que 85 % environ des neurones précoces du NFS sont activés par stimulation corticale (choc unique) avec une latence minimale comprise entre 5 et 8 ms. 37 % des neurones tardifs et 21 % des neurones précoces du NA sont également activés par stimulation corticale (3 chocs espacés de 1 ms ; ou après tétanisation corticale), mais la latence est plus importante (10 à 16 ms). Aucun neurone très tardif n'a présenté de réponse.

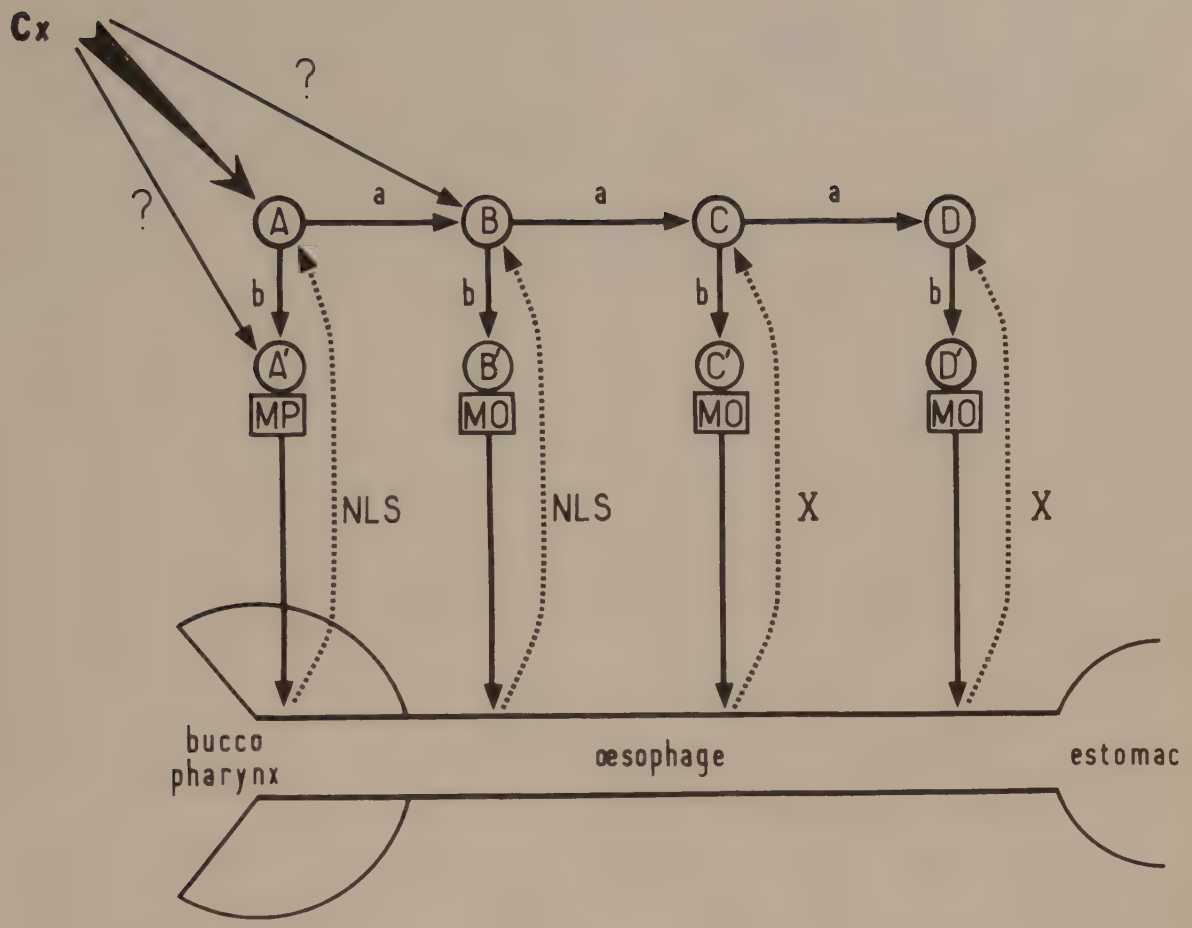


Fig. 61 - Schéma hypothétique de l'organisation du centre déglutiteur bulbaire ; point d'impact de la voie corticifuge déglutitrice.

A : Interneurones déglutiteurs *précoces* de la région du noyau du faisceau solitaire.

B : Interneurones déglutiteurs *tardifs* de la région du noyau du faisceau solitaire.

C et D : Interneurones déglutiteurs *très tardifs* de la région du noyau ~~ambigu~~. solitaire

A' : Interneurones déglutiteurs *précoces* de la région du noyau ambigu.

B' : Interneurones déglutiteurs *tardifs* de la région du noyau ambigu.

C' et D' : Interneurones déglutiteurs *très tardifs* de la région du noyau ambigu

MP : Motoneurones commandant la musculature pharyngo-laryngée.

MO : Motoneurones commandant la musculature oesophagienne.

NLS: Nerf laryngé supérieur.

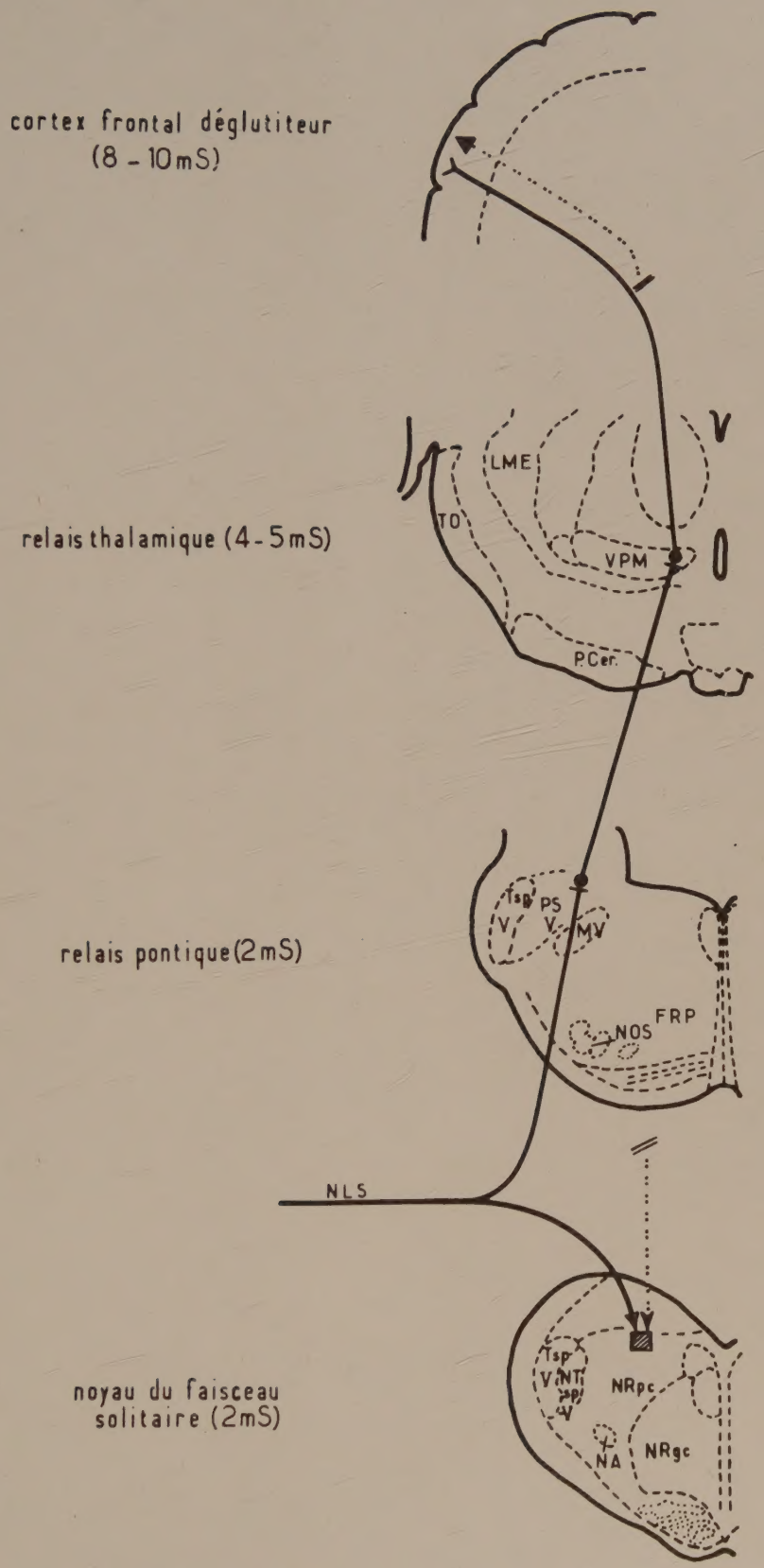
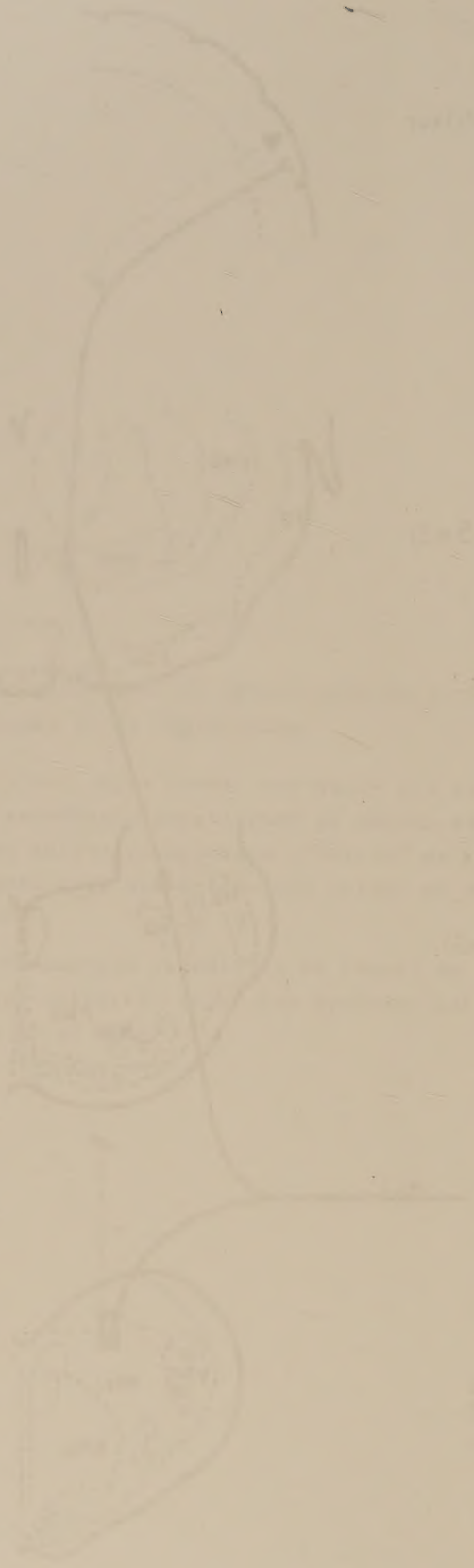
X : Vague cervical.

Cx : Cortex frontal (foyer déglutiteur).

Fig. 62 - Schéma récapitulatif des projections du nerf laryngé supérieur et du déclenchement de la déglutition.

En trait plein, nous avons représenté les projections du nerf laryngé supérieur (NLS) : voie ascendante aboutissant au cortex et voie descendante qui attaque le noyau du faisceau solitaire bulbaire ("entrée" du centre déglutiteur). La latence des potentiels évoqués dans les différents relais et sur le cortex frontal est rappelée entre parenthèses.

Le trait discontinu représente le départ de la voie corticifuge déglutitrice et son point d'impact bulbaire. (Pour les symboles sur les structures, voir les légendes des figures 21, 28 et 48).


cortex frontal déglutiteur
(8 - 10mS)
relais thalamique (4 - 5mS)
relais pontique (2mS)
noyau du faisceau
solitaire (2mS)
LME
TO
VPM
V
P.Cer.
Tsp V
PS V
MV
FRP
NOS
NLS
X
Tsp V
NTi
Tsp V
NRpc
NA
NRgc